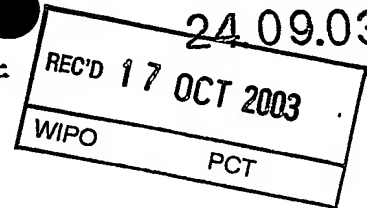


Rec'd PCT/PTO 24 MAR 2005

PCT/JP03/12124

24 09.03

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 2 年 9 月 2 4 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 7 8 2 2 1  
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 7 8 2 2 1]

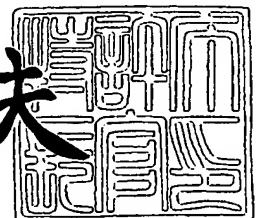
出 願 人  
Applicant(s): シャープ株式会社  
コニカミノルタホールディングス株式会社  
独立行政法人産業技術総合研究所

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 9 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 4 9 2 0

【書類名】 特許願  
【整理番号】 02J03242  
【提出日】 平成14年 9月24日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 B41J 2/01  
G02F 1/1339 500

## 【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 田平 理雄

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 西 泰男

## 【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所 つくばセンター内

【氏名】 村田 和弘

## 【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1 - 1 - 1 独立行政法人産業技術総合研究所 つくばセンター内

【氏名】 横山 浩

## 【特許出願人】

【持分】 035/100

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

## 【特許出願人】

【持分】 035/100

【識別番号】 000001270

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

## 【特許出願人】

【持分】 030/100  
【識別番号】 301021533  
【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所

## 【代理人】

【識別番号】 100080034  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 原 謙三  
【電話番号】 06-6351-4384

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100113701  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 木島 隆一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100115026  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 圓谷 徹

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100116241  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 金子 一郎

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229  
【納付金額】 14,700円

【その他】 国以外のすべての者の持分の割合 0 7 0 / 1 0 0

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液晶アレイの製造方法および液晶アレイ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料の液滴を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、

前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから 1 滴の量が 1 p l 以下の液滴を吐出することを特徴とする液晶アレイの製造方法。

【請求項 2】

対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、

前記ノズルの先端部を基板のスペーサ形成面に接触させ、この状態で、前記スペーサ材料を凝縮させるために、ノズルに設けられた電極に電圧を印加し、この電圧印加状態を維持しながら、前記ノズルから連続的に前記スペーサ材料を吐出させるとともに、前記ノズルと前記基板との位置を離していき、前記基板に柱状のスペーサを形成することを特徴とする液晶アレイの製造方法。

【請求項 3】

前記ノズルの吐出孔の径が 8  $\mu$  m 以下であることを特徴とする請求項 2 に記載の液晶アレイの製造方法。

【請求項 4】

対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、

ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェッ

ト装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから、固体スペーサを含む液体を、1 滴の量が 1 p l 以下の液滴としてスペーサ形成面に吐出し、前記スペーサを形成することを特徴とする液晶アレイの製造方法。

#### 【請求項 5】

対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、

スペーサ配置面に個体スペーサを配置した後、

ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから 1 滴の量が 1 p l 以下の液滴を吐出し、その液滴を前記固体スペーサに衝突させることにより固体スペーサを移動させ、個体スペーサの位置決めを行うことを特徴とする液晶アレイの製造方法。

#### 【請求項 6】

前記ノズルからの吐出物の粘度が 30 c P 以上であることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の液晶アレイの製造方法。

#### 【請求項 7】

前記スペーサを形成する基板には、透明基板上に少なくとも 3 色以上の色で着色されたカラーフィルタが形成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の液晶アレイの製造方法。

#### 【請求項 8】

前記スペーサを形成する基板が、画素毎にアクティブ素子を備えたアクティブマトリクス基板であることを特徴とする請求項 1 から 6 の何れか 1 項に記載の液晶アレイの製造方法。

#### 【請求項 9】

請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の液晶アレイの製造方法により製造されたことを特徴とする液晶アレイ。

#### 【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、液晶カラーテレビ、パーソナルコンピュータ等に使用される液晶アレイの製造方法であって、一对の基板間に設けられるスペーサをインクジェット法を利用して形成する液晶アレイの製造方法および液晶アレイに関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

液晶アレイは、従来、例えば次のような製造方法により製造されている。まず、一对の透明なガラス基板の一方にTFT (Thin Film Transistor) のような液晶駆動用素子を形成し、さらに透明電極および配向膜を形成し、スペーサを塗布する。次に、この一方の基板と、着色されたカラーフィルタ、透明電極および配向膜を形成した他方の基板とを貼り合わせる。その後、両基板間の上記スペーサにて形成された隙間に液晶を注入し封止する。

**【0003】**

このような製造方法においては、上記のスペーサとして、通常数 $\mu\text{m}$ 程度のシリカやプラスチック等からなる球状の粒子が散布される。

**【0004】**

ところが、このような製造方法の場合、スペーサは液晶アレイの開口部（光の透過あるいは反射を制御する領域）にも配置されることになり、また、スペーサの配置される個数や位置にばらつきや偏りが生じる。このため、開口率の低下による表示品位の低下、あるいは表示のばらつきを招来していた。

**【0005】**

そこで、開口率を低下させないように、カラーフィルタ基板のブラックマトリックス (BM) 上に、インクジェット装置を使用してスペーサを配置・形成することが提案されている。

**【0006】**

例えば、特開平5-281562号公報には、スペーサ材を混入した液晶を、ヒーターで加熱し、同時に攪拌機で攪拌しながら、口径 $60\mu\text{m}$ の吐出口を持ったインクジェット装置により、液晶用基板に滴下する方法が述べられている。こ

の方法では、加熱することにより、液晶の粘度を低下させ、インクジェットによる吐出を可能にしている。そして、液晶を滴下した時点でスペーサ材が均一に分散される。

#### 【0007】

また、特開 2001-42338 号公報には、一方の基板上にスペーサ形成素材をインクとしてインクジェット方式により塗布し、スペーサパターンを描画して硬化させ、スペーサを形成する方法が示されている。

#### 【0008】

##### 【特許文献 1】

特開平 5-281562 号公報（公開日平成 5 年 10 月 29 日）

#### 【0009】

##### 【特許文献 2】

特開 2001-42338 号公報（公開日平成 13 年 2 月 16 日）

#### 【0010】

##### 【特許文献 3】

特開 2000-246887 号公報（公開日平成 12 年 9 月 12 日）

#### 【0011】

##### 【特許文献 4】

特開平 8-238774 号公報（公開日平成 8 年 9 月 17 日）

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のインクジェット装置を使用したスペーサの形成方法は、次のような問題点を有している。

#### 【0013】

スペーサ形成素材をインクジェット方式により塗布し、スペーサパターンを描画して硬化させる場合、スペーサ形成素材の濃度を高くすると、その粘度が高くなる。

#### 【0014】

バブルジェット（登録商標）方式やピエゾ方式を使用した通常のインクジェッ



ト方式では、吐出可能なものの粘度が通常 2 ~ 20 cP 程度のオーダーであり、これ以上の粘度のものを吐出することはできない。

#### 【0015】

また、ノズル付近を加熱して吐出するインクの粘度を低減する方法が提案されているものの、この方法では、スぺーサ材料として硬化性樹脂を用いる場合、ノズル内でスぺーサ形成素材が硬化してノズルが目詰まりを起こす恐れがある。

#### 【0016】

一方、ノズル付近を加熱せずにスぺーサ形成素材を吐出させるためには、スぺーサ形成素材の溶媒の量を多くし、その粘性を下げる必要がある。この場合にはスぺーサ形成素材の濃度が低下してしまう。例えば、従来例において、スぺーサ形成素材の組成は、共重合体 10 重量%、水 80 重量%、エチレングリコール 10 重量%であり、乾燥後は体積が数分の一になる。

#### 【0017】

このため、所定の厚みのスぺーサを得るには、吐出する液滴径を大きくする必要がある。この場合、形成されたスぺーサの形状は、例えば厚み 5  $\mu\text{m}$  で直径が 50  $\mu\text{m}$  といった扁平な形状となってしまう。この結果、スぺーサの存在によって開口率が低下する問題は解決することができない。また、濃度が低いことから、100℃15分後、200℃30分で焼成する必要がある、スぺーサの形成に長時間を要するという問題点を招来する。

#### 【0018】

さらに、インク基板着弾時から溶媒乾燥までの間に、スぺーサ材料を含んだ液滴が移動してしまい、所望する位置にスぺーサを形成できなかった。

#### 【0019】

この問題について、ここでは、特に開口率を低下させないため、BM上にスぺーサを形成する場合を考える。

#### 【0020】

一例として、BMの幅が 10  $\mu\text{m}$  に対し、必要なスぺーサ厚さが 5  $\mu\text{m}$  で、スぺーサ形成素材（インク）の濃度を 50% まで高めることができた場合を考える。BM表面に撥液処理が施されており、液滴は着弾後に拡がらず、液滴径の 1.

5倍程度の径の面積で保持されると仮定する。

#### 【0021】

この場合、液滴は $\phi 6.7 \mu\text{m}$ の大きさまで大きくすることができる。しかしながら、溶媒分が乾燥した後に残るスペーサ材料の厚さは、 $1 \mu\text{m}$ となり、目標の厚さに達しない。このため、重ね打ちをし、スペーサ材料を積層させなければならない。この場合、先弾の液滴の溶媒分が完全に乾燥した後に次弾を吐出しなければ液滴が広がってしまう。この結果、連続して吐出間隔（吐出動作の時間間隔）が長くなり、作業効率が悪化する。

#### 【0022】

このため、さらに高濃度のスペーサ形成素材（インク）を使用することが必要なり、そのような高濃度のスペーサ形成素材（インク）の液滴を吐出可能とする構成が求められる。

#### 【0023】

このような問題に対し、特開2000-246887号公報には、次のような技術が開示されている。即ち、下部に $50 \mu\text{m} \sim 1 \text{mm}$ 径の円形または多角形のオリフィスを有し、 $100 \text{cps} \sim 1,000,000 \text{cps}$ の高粘度物質が充填された容器の一部または全体に電極を配置し、前記オリフィスから高粘度物質のメニスカスを張り出させて形成した状態で、前記電極に電圧を印加して高粘度物質を引き出し、その一部を分離切断することにより、媒体上に付着させることを特徴とする高粘度物質用ディスペンサーの吐出方法が示されている。

#### 【0024】

この技術は電圧の印加により、ノズルからメニスカスが円錐状に形成されることを利用している。この場合には、パルス振幅が大きいほど、メニスカスの円錐が高く形成されるので、メニスカス先端側の基板に接触する体積が大きくなり、ドット径を大きくできる。

#### 【0025】

しかしながら、上記従来の方法では、所望するドット径が小さい場合、メニスカス円錐の先端部のみが基板側に接触するようにコントロールしなければならない。特に、スペーサ形成素材（インク）を積層させてスペーサを形成していく場

合には、スペーサが積層されるに連れてノズルと記録側部材との距離が小さく変化していく。このため、ドット径のコントロールが非常に困難となる。また、インクの塗布量を安定させようとする場合には、円錐メニスカスの先端ではなく中央付近までが基板と衝突するように、パルスを大きくする必要がある。このため、液滴径は最低でもノズル径の $1/2$ 以上になる。

#### 【0026】

このような状態でドット径を小さくしようとすれば、ノズル径を小さくする必要がある。しかしながら、この場合には同時にノズルー基板間の距離を短くしなければならず、結果として、基板の厚みムラやうねりなどによるノズルー基板間距離の誤差の影響が大きくなり、安定な吐出が困難となる。

#### 【0027】

本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたものであって、画素毎に開口部を有したTFT基板またはカラーフィルタ基板等の基板上における開口部と開口部との境界部等に対して正確にスペーサを塗布・形成することを可能とするなどの構成により、スペーサの存在によって開口率が低減されることがなく、所望の厚み（高さ）のスペーサを容易に得ることができる液晶アレイの製造方法および液晶アレイの提供を目的としている。

#### 【0028】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料の液滴を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が $1\text{ p l}$ 以下の液滴を吐出することを特徴としている。

#### 【0029】

なお、上記開口部は、表示部の光の透過あるいは反射を制御する領域のことである。

## 【0030】

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l以下であるので、液滴は基板上のスペーサ形成面に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴は基板上に着弾後に移動し難く、正確な位置にスペーサを形成することができる。この点は、複数の液滴を吐出し、それらを積層して所望の厚みを有する1個のスペーサを形成する場合も同様であり、後に着弾した液滴が先に着弾した液滴に影響されて移動するといった事態を回避可能である。

## 【0031】

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

## 【0032】

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、高周波数での吐出駆動を行ないながら、連続的な液滴の吐出が可能となり、生産効率が向上する。

## 【0033】

なお、ノズル径を13  $\mu$  m以下とするならば、液適量を1 p l以下とすることができる。また、スペーサの厚さは所定値以上が必要とされるため、本発明のように微小液滴を用いる場合には、同一のスペーサ形成個所に対して、液滴の吐出を複数回行う。

## 【0034】

また、本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、前記ノズルの先端部を基板のスペーサ形成面に接触させ、この状態

で、前記スペーサ材料を凝縮させるために、ノズルに設けられた電極に電圧を印加し、この電圧印加状態を維持しながら、前記ノズルから連続的に前記スペーサ材料を吐出させるとともに、前記ノズルと前記基板との位置を離していき、前記基板に柱状のスペーサを形成することを特徴としている。

#### 【0035】

上記の構成によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

#### 【0036】

上記の液晶アレイの製造方法は、前記ノズルの吐出孔の径が $8\mu\text{m}$ 以下である構成としてもよい。これにより、スペーサの形成をさらに安定して行うことができる。

#### 【0037】

本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから、固体スペーサを含む液体を、1滴の量が $1\text{pl}$ 以下の液滴としてスペーサ形成面に吐出し、前記スペーサを形成することを特徴としている。

#### 【0038】

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が $1\text{pl}$ 以下であるので、液滴、即ち溶媒は基板上のスペーサ形成面に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴に含まれている固体スペーサは、スペーサ形成面に着弾後に移動し難く、正確な位置にスペーサを形成することができる。これにより、液晶アレイの開口率の低下を回避できる。また、溶媒が着弾後瞬時に乾燥するため、基板に残った溶媒が配向膜などに悪影響を及ぼすことがない。

#### 【0039】

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット

装置を使用しているため、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l 以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、スペーサの形成位置について高精度の位置制御が可能となる。

#### 【0040】

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

#### 【0041】

本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、スペーサ配置面に個体スペーサを配置した後、ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l 以下の液滴を吐出し、その液滴を前記固体スペーサに衝突させることにより固体スペーサを移動させ、個体スペーサの位置決めを行うことを特徴としている。

#### 【0042】

上記の構成によれば、スペーサ配置面に個体スペーサを配置した後、ノズルからの液滴の吐出により固体スペーサの位置を調整し、スペーサが1箇所集合した状態等を解消できるので、開口率の低下を回避可能である。

#### 【0043】

また、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l 以下であるので、液滴は着弾後瞬時に乾燥する。したがって、基板に残った溶媒が配向膜などに悪影響を及ぼすことがない。

#### 【0044】

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているため、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑

制しながら、1 p l 以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、スペーサに対して高精度の位置制御が可能となる。

#### 【0045】

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

#### 【0046】

上記の液晶アレイの製造方法は、前記ノズルからの吐出物の粘度が30 c P以上である構成としてもよい。

#### 【0047】

上記の構成によれば、ノズルからの吐出物の粘度が30 c P以上と高くなっているため、着弾後の吐出物における溶媒の乾燥速度を確実に高めることができる。これにより、スペーサの位置精度を確実に高めることができる。また、ノズルからの吐出液滴によりスペーサを形成する場合には、1弾の液滴によるスペーサ形成厚さが小さくなるため、吐出回数、即ち積層数が増加し、作製時間が増加するものの、液滴（吐出物）が高濃度となっているため、吐出回数、即ち積層数の増加化を抑制可能である。この結果、生産効率が向上する。

#### 【0048】

上記の液晶アレイの製造方法において、前記スペーサを形成する基板には、透明基板上に少なくとも3色以上の色で着色されたカラーフィルタが形成されている構成としてもよい。

#### 【0049】

上記の液晶アレイの製造方法では、前記スペーサを形成する基板が、画素毎にアクティブ素子を備えたアクティブマトリクス基板となっている。

#### 【0050】

#### 【発明の実施の形態】

#### 〔実施の形態1〕

以下、本発明の好適な実施形態について図面を参照して説明する。

まず、本実施の形態の液晶アレイの製造に使用される静電吸引型のインクジェット装置を図1に基づいて説明する。なお、同図はインクジェット装置15の縦断面図である。

#### 【0051】

インクジェット装置15は、インク室2に貯蔵したインクを吐出するためのノズル1を備えている。このノズル1は、パッキン3を介してインク室2に連結されている。これにより、インク室2内のインクが、ノズル1とインク室2との連結部分から外部に漏れないように封止されている。

#### 【0052】

また、上記ノズル1は、インク室2との連結部とは反対側、すなわちインクの吐出側となる先端部に向かって内径が小さくなるように絞り込まれた形状となったオリフィス1aを有している。上記ノズル1先端部の吐出孔1bの径（以下、ノズル径と称する）は、吐出直後のインクの液滴との関係で設定されている。

#### 【0053】

なお、ノズル1から吐出されたインクと、インク室2に貯蔵されているインクとを区別するために、以降、ノズル1から吐出されたインクを液滴12と称する。この吐出孔1bの直径と、吐出直後の液滴12の液滴径との関係についての詳細は、後述する。

#### 【0054】

上記ノズル1の内部には、インクに対して静電界を印加するためのノズル電極5が設けられている。このノズル電極5にはプロセス制御部25から所定の電圧が印加される。これにより、プロセス制御部25はノズル電極5と対向電極13との間の電界強度を制御されるようになっている。この電界強度を制御することで、ノズル1から吐出される液滴12の液滴径が調整される。また、ノズル1から吐出された液滴12は、ノズル電極5と対向電極13との間に生じる電界にて対向電極13方向へ加速される。

#### 【0055】

インク室2にはインクの溶液が充填されている。このインクは、インク供給路



23を介してインク室2と接続された図示しないインクタンクから供給される。ここでは、インク室2内およびノズル1内にインクが満たされた状態で保持され、インクには負圧がかかっている。

#### 【0056】

上記ノズル1の吐出孔1bの対向面側には、所定の距離離れた位置に対向電極13が配設されている。この対向電極13は、そのノズル1との対向面に配された被記録側基板14の表面を、ノズル1の吐出孔1bから吐出される液滴12の帯電電位の逆極性の電位に帯電させるものである。これにより、ノズル1の吐出孔1bから吐出した液滴12を、被記録側基板14の表面に安定して着弾させている。

#### 【0057】

このように、液滴12は帯電している必要があるので、ノズル1の少なくとも先端部のインク吐出面は絶縁部材で形成されていることが望ましく、かつ微細な径の吐出孔1bを形成する必要があるため、本実施の形態では、ノズル1としてガラスのキャピラリーチューブを使用した。

#### 【0058】

ここで、インクがノズル1から液滴12として吐出する際に、吐出孔1b近傍に形成されるメニスカス（メニスカス領域）7の挙動について以下に説明する。図2（a）～図2（c）は、上記吐出孔1b近傍のメニスカス7の挙動を示すモデル図である。

#### 【0059】

まず、インクの吐出前の状態においては、図2（a）に示すように、インク22には負圧がかかっているので、ノズル1の先端部内部には凹の形状でメニスカス7aが形成されている。

#### 【0060】

次に、インク22の吐出を行うため、ノズル電極5に印加される電圧がプロセス制御部によって制御され、該ノズル電極5に所定の電圧が印加されると、ノズル1のインク22の表面に電荷が誘導され、図2（b）に示すように、インク22がノズル1の先端部の吐出孔1b表面すなわち対向電極側（図示せず）に引っ

張られた形状のメニスカス 7b が形成される。このとき、ノズル 1 の径が微小であるため、メニスカス 7b は当初よりテーラーコーンの形状を形成しながら外側に引っ張られている。

#### 【0061】

続いて、外側に引っ張られたメニスカス 7b は、図 2 (c) に示すように、対向電極側（図示せず）にさらに吐出した形状のメニスカス 7c となり、誘導されたメニスカス 7c 表面の電荷とノズル 1 に形成される電場（電界強度）の力がインク 22 の表面張力に勝ることにより、吐出液滴が形成される。

#### 【0062】

ここで、本実施の形態において、ノズル径は  $\phi 8 \mu\text{m}$  以下としており、このように、ノズル径が微小である場合、従来のようにメニスカス先端部の曲率半径が表面電荷の集中により除々に小さく変化していくことなくほぼ一定と見なすことができる。

#### 【0063】

したがって、インクの物性値が一定であれば、液滴分離時の表面張力は、電圧印加による吐出状態ではほぼ一定であり、また集中可能な表面電荷の量もインクの表面張力を超える値、すなわちレイリー分裂値以下であることから最大量は一義的に定義される。

#### 【0064】

なお、ノズル径が微小であるため、電界強度は、メニスカス 7 のごく近傍のみ非常に強い値となり、このように極小領域での高い電場での放電破壊強度は非常に高い値となるため、問題とならない。

#### 【0065】

本実施の形態にかかるインクジェット装置 15 において使用されるインクとしては、純水を含め染料系インクおよび微粒子を含有したインクを使用することができる。ここで、微粒子を含有したインクとしては、ノズル部が従来より非常に小さいため含有する微粒子の粒径も小さくする必要があり、一般的にノズル径の  $1/20$  から  $1/100$  程度であれば目詰まりが発生しにくい。

#### 【0066】

このため、本実施の形態で使用するノズル 1 のノズル径を、例えば  $\phi 5 \mu\text{m}$  とすると、該ノズル径に対応するインクの微粒子径は  $50 \text{ nm}$  以下となる。

#### 【0067】

この場合、インクの微粒子径は、従来使用されていた最小微粒子径  $\phi 100 \text{ nm}$  よりももっと小さいものとなる。このため、特開 2000-127410 に示された微粒子を含むインクを吐出する原理のように、微粒子の帯電による移動によってメニスカス 7 の電荷を集中させ、集中した微粒子相互の静電反発力により吐出する方法では、インク中の帯電微粒子の移動速度が低下してしまい吐出の応答速度および記録速度が遅くなってしまう。

#### 【0068】

これに対して、本インクジェット装置 15 では、帯電した微粒子相互の静電反発力を用いるのではなく、微粒子を含まないインクの場合と同様にメニスカス表面の電荷により吐出を行う。この場合、インク中の微粒子における電荷の影響がメニスカス表面の電荷に影響することによる吐出不安定を解消するために、インク中の微粒子の電荷量がメニスカス表面の電荷に比べはるかに小さい値となる形状が望ましい。

#### 【0069】

これは、インク中の微粒子における単位質量当たりの電荷量が  $10 \mu\text{C/g}$  以下であれば、該微粒子同士の静電反発力および応答速度が小さくなり、またインク微粒子の質量を小さくすること、すなわちインク微粒子の径を小さくすることによりインク中の微粒子の総電荷量を減少できる。

#### 【0070】

以下の表 1 に、インク中の平均微粒子径を  $\phi 3 \text{ nm}$  から  $\phi 50 \text{ nm}$  とした場合の吐出安定性を示す。

#### 【0071】

【表 1】

微粒子径	ノズル径			
	$\phi 0.4 \mu\text{m}$	$\phi 1 \mu\text{m}$	$\phi 4 \mu\text{m}$	$\phi 8 \mu\text{m}$
$\phi 50\text{nm}$	×	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$
$\phi 30\text{nm}$	○	○	○	○
$\phi 10\text{nm}$	○	○	○	○
$\phi 3\text{nm}$	○	○	○	○

## 【0072】

表1中の記号は、各ノズルの吐出安定性を示しており、×：目詰まり等での不吐出あり、 $\Delta$ ：連続吐出にて吐出不安定、○：安定吐出である。

## 【0073】

表1から、微粒子径としては $\phi 30\text{nm}$ 以下が好ましいことが分かった。特に微粒子径 $\phi 10\text{nm}$ 以下になるとインク中の微粒子1個の帯電量はインク吐出における電荷としての影響がほぼ無視できるとともに、電荷による移動速度も非常に遅くなり微粒子のメニスカス中心への集中も発生しない。また、ノズル径が $\phi 3\mu\text{m}$ 以下では、メニスカス部の電界集中により極端に最大電界強度が高くなり、微粒子1個毎の静電力も大きくなるため $\phi 10\text{nm}$ 以下の微粒子を含んだインクを用いることが好ましい。但し、微粒子径が $\phi 1\text{nm}$ 以下になると、微粒子の凝集および濃度の不均一の発生が大きくなるため、微粒子径は、 $\phi 1\text{nm}$ から $\phi 10\text{nm}$ の範囲が好ましい。

## 【0074】

ここで、ノズル1のノズル径と電界強度との関係について、図3(a)(b)～図8(a)(b)を参照しながら以下に説明する。図3(a)(b)から図8(a)(b)に対応して、ノズル径を $\phi 0.2$ 、 $0.4$ 、 $1$ 、 $8$ 、 $20\mu\text{m}$ および参考として従来にて使用されているノズル径 $\phi 50\mu\text{m}$ の場合の電界強度分布を示す。

## 【0075】

ここで、各図において、ノズル中心位置とは、ノズル1の吐出孔1bのインク吐出面の中心位置を示す。また、各々の図の(a)は、ノズル1と対向電極13との距離が $2000\mu\text{m}$ に設定されたときの電界強度分布を示し、(b)は、ノ

ズル 1 と対向電極 13 との距離が  $100\ \mu\text{m}$  に設定されたときの電界強度分布を示す。なお、印加電圧は、各条件とも  $200\text{ V}$  と一定にした。図中の分布線は、電界強度が  $1 \times 10^6\text{ V/m}$  から  $1 \times 10^7\text{ V/m}$  までの範囲を示している。

【0076】

以下の表 2 に、各条件下での最大電界強度を示す。

【0077】

【表 2】

ノズル径 ( $\mu\text{m}$ )	ギャップ( $\mu\text{m}$ )		変動率 (%)
	100	2000	
0.2	$2.001 \times 10^{-9}$	$2.00005 \times 10^{-9}$	0.05
0.4	$1.001 \times 10^{-9}$	$1.00005 \times 10^{-9}$	0.09
1	$0.401002 \times 10^{-9}$	$0.40005 \times 10^{-9}$	0.24
8	$0.0510196 \times 10^{-9}$	$0.05005 \times 10^{-9}$	1.94
20	$0.0210476 \times 10^{-9}$	$0.0200501 \times 10^{-9}$	4.98
50	$0.00911111 \times 10^{-9}$	$0.00805 \times 10^{-9}$	13.18

【0078】

図 3 (a) (b) ~ 図 8 (a) (b) から、ノズル径が  $\phi 20\ \mu\text{m}$  (図 7 (a) (b)) 以上だと電界強度分布は広い面積に広がっていることが分かった。また、表 2 から、ノズルと対向電極の距離が電界強度に影響していることも分かった。

【0079】

これらのことから、ノズル径が  $\phi 8\ \mu\text{m}$  (図 6 (a) (b)) 以下であると電界強度は集中するとともに、対向電極の距離の変動が電界強度分布にほとんど影響することがなくなる。したがって、ノズル径が  $\phi 8\ \mu\text{m}$  以下であれば、対向電極の位置精度および被記録媒体の材料特性のバラツキや厚さバラツキの影響を受けずに安定した吐出が可能となる。

【0080】

なお、ピエゾ型およびサーマル型のインクジェット装置では、液滴 12 が微小液滴になった場合に空気抵抗の影響が大きく、被記録媒体への液滴 12 の正確な着弾は困難である。

【0081】

また、従来の静電吸引方式（例えば特開平 8-238774 号）では、吐出された液滴 12 の投影面積よりはるかに大きい領域に強い電界強度のフィールドを形成することにより、そのメニスカス 7 中心に電荷を集中させていた。このため、ノズル電極に対して非常に高い電圧を印加する必要がある、駆動制御が困難であり、また、放電破壊強度の制限から、形成できる微小液滴のサイズにも原理的に限界があった。

#### 【0082】

本実施の形態の静電吸引型のインクジェット装置 15 では、ノズル径を吐出直後の液滴径よりも小さいものとした。これにより、電荷の集中領域とメニスカス 7 領域とほぼ同等にすることができ、この結果、ノズル電極 5 への印加電圧の大幅な低減が可能になるとともに、メニスカス 7 での電界強度を大幅に高くすることができた。

#### 【0083】

これにより、インクジェット装置 15 では、電荷を帯びた液滴 12 が電界により適切に加速されるため、空気抵抗による減速が抑制され、着弾精度が向上する。また、ノズル 1 内に常に圧力を加えることで、吐出孔 1b にメニスカス 7 がテイラーコーン状に形成されるので、メニスカス 7 に電荷が集中しやすく、ノズル電極 5 への数百 V の印加電圧にて液滴 12 の吐出可能である。

#### 【0084】

本インクジェット装置 15 は以下の特徴を有する。

第 1 に、ノズル電極 5 と対向電極 13 との間に生じた電界により、帯電した液滴 12 に力を与えている。このため、液滴 12 は、微小液滴であるために飛翔中の空気抵抗の影響が大きくなっても、大きく減速することはなく、着弾精度（被記録側基板 14 上での着弾位置精度）が向上する。

#### 【0085】

第 2 に、高粘度のインクであっても液滴 12 として吐出が可能である。実際に 70 cP のインクの吐出が実現している。高粘度のインクを吐出できるため、インクの濃度を高くできる。

#### 【0086】

一般にインク粘度は、メニスカス 7 の成長率に反比例し、高粘度ではメニスカス 7 が十分成長できず、液滴の吐出ができない。しかしながら、本インクジェット装置 15 では、メニスカス 7 の成長率がインクの粘度に依存せず、表面張力と帯電量に依存する。したがって、インクの溶媒に対して、その最大溶解度まで溶質材料を溶解させても、インクの吐出可能である。

#### 【0087】

第 3 に、液滴 12 の着弾後、瞬時にインクの溶媒分が乾燥することである。液滴 12 の溶媒分の体積は、液滴径の 3 乗に比例する。したがって、溶媒分を蒸発させるために必要なエネルギーも、液滴径の 3 乗に比例する。また、(体積) / (表面積) の値が小さいほど、液滴 12 は蒸発しやすくなると考えられる。このため、液滴が小さいほど早く蒸発させることには有利である。

#### 【0088】

従来のインクジェット装置では、吐出する液滴サイズが大きく、溶媒分が蒸発するのに時間がかかった。また、液滴を微小にただけでは、十分な飛翔速度が得られず、運動エネルギーが熱エネルギーに変化した分だけでは、液滴の溶媒分の気化熱に達せず、着弾後瞬時に乾燥という現象が得られなかった。しかしながら、インクジェット装置 (サブミクロンヘッド) 15 では、液滴体積を小さくしながらも、十分な飛翔速度が得られるので、着弾後瞬時に乾燥という現象が得られる。

#### 【0089】

以上の点を確認するために下記の試験を行った。その結果について説明する。表 1 ~ 表 3 は、従来のインクジェット方式であるピエゾ型、サーマル型および液滴径の大きい静電吸引型のインクジェット装置を用いた場合と、本発明の実施に使用するインクジェット装置 15、即ち吐出する液滴径が小さい静電吸引型のインクジェット装置 15 を用いた場合との特性を比較したものである。

#### 【0090】

【表 3】

表 3 液滴体積の影響

液滴体積	着弾精度		吐出しやすさ		乾燥速度	着弾回数
	従来	本発明	従来	本発明	本発明	本発明
0.1 p l	×	○	×	○	◎	△
1 p l	×	◎	×	◎	◎	○
10 p l	○	—	○	—	—	—

◎: 良好 ○: 可能 △: 不向き ×: 不可能 —: 適応範囲外

## 【0091】

表3の結果は、液滴12の着弾精度、吐出しやすさ、乾燥速度および着弾回数に対する液滴体積の影響を示したものである。なお、着弾回数とは、1画素を形成するために必要な吐出回数のことであり、生産効率の観点から、少ない方がよいものと評価される。

## 【0092】

本インクジェット装置15を使用した場合には、液滴体積が0.1 p lおよび1 p lの場合にも、着弾精度および吐出しやすさにおいて、使用可能あるいは良好であったのに対し、従来のインクジェット装置では何れの項目においても不可能であった。また、本インクジェット装置15では、乾燥速度において、液滴体積が0.1 p lおよび1 p lの場合に良好である。着弾回数において、0.1 p lの場合に不向き（生産効率が悪い）、1 p lの場合に適している（生産効率がよい）と言える。

## 【0093】

【表 4】

表 4 粘度の影響

粘度	従来	本発明
2 c P	◎	◎
10 c P	○	◎
20 c P	△	◎
70 c p	×	◎

◎: 良好 ○: 可能 △: 不向き ×: 不可能 —: 適応範囲外

## 【0094】

表4の結果は、本インクジェット装置15と従来のインクジェット装置とについて、インクの各粘度に対する適性を示したものである。本インクジェット装置



15では高粘度のインクの吐出が可能であった。

【0095】

【表5】

表5 濃度の影響

濃度	吐出しやすさ		乾燥速度	着弾回数
	従来	本発明	本発明	本発明
低	○	◎	△	△
中	×	◎	○	○
高	×	◎	◎	◎

◎:良好 ○:可能 △:不向き ×:不可能 -:適応範囲外

【0096】

表5の結果は、本インクジェット装置15と従来のインクジェット装置とについて、各濃度に対する適性、即ち吐出しやすさと、本インクジェット装置15について各濃度に対する乾燥速度と着弾回数の評価結果を示したものである。

【0097】

表3の結果から、インクの吐出しやすさにおいて、従来のインクジェット装置では、中および高濃度のインクについて吐出不可能であったのに対して、本インクジェット装置15では、低濃度から高濃度のインクについて良好であった。また、本インクジェット装置15では、乾燥速度において、インクが中濃度である場合に可能、高濃度である場合に良好となった。また、生産効率の観点から、高濃度ほど着弾回数が少なくて済み、適していると言える。

【0098】

上記の結果から分かるように、本インクジェット装置15を使用した場合には、乾燥時間が大幅に短縮されることから、先に吐出した液滴が基板上で乾燥し終わるまでの待ち時間を設ける必要がなく、同一箇所に対しての吐出間隔時間を短縮でき、生産効率を向上させることができる。

【0099】

また、高濃度のインクの吐出が可能であることから、1弾の液滴に含まれるスペーサ材料の割合を大きくできるので、吐出回数を少なくすることが可能となる。

【0100】

また、インクの濃度が高くなると粘度が高くなるものの、本インクジェット装置 15 では、高粘度の液滴を吐出可能であるので、高濃度のインクを吐出することができる。この場合、濃度が高くなると、上述のように吐出回数を少なくすることが可能となる。

#### 【0101】

次に、本実施の形態の液晶アレイの構成について説明する。

本実施の形態の液晶アレイは、図 9 に示すように、TFT 基板 51 とカラーフィルタ基板 52 とを有し、これら両者間にスペーサ 53 が設けられ、このスペーサ 53 によって形成された両基板間の隙間に液晶 54 が充填されたものとなっている。

#### 【0102】

TFT 基板 51 は、絶縁基板 55 の上に、ゲート電極 56b、ゲート絶縁膜 57、層間絶縁膜 58、画素電極 59 および配向膜 60 がこの順に順次形成されたものとなっている。カラーフィルタ基板 52 は、ガラス基板 61 の上に、カラーフィルタ 62 および配向膜 63 がこの順に順次形成されたものとなっている。

#### 【0103】

次に、上記の液晶アレイの製造工程について説明する。

まず、TFT 基板 51 の製造工程について説明する。この TFT 基板 51 の詳細な構造を図 10 および図 11 に示す。図 10 は TFT 基板 51 の平面図であり、図 11 は図 10 における A-A 線矢視断面図である。この TFT 基板 51 は、パッシベーション膜を介して層間絶縁膜を形成したタイプのものである。

#### 【0104】

まず、ガラスなどの絶縁基板 55 の上に、Al、Mo、Taなどをスパッタリング法にて成膜し、フォトリソグラフィ法により、ゲート配線 56a、ゲート電極 56b および補助容量配線 64 を形成し、さらに陽極酸化法により陽極酸化膜 65 を形成する。

#### 【0105】

次に、プラズマ CVD 法により、ゲート絶縁膜 (SiN<sub>x</sub> 膜) 57、a-Si 層 66、n<sup>+</sup>-Si 層 67 の 3 層を連続して積層状に成膜し、これらをフォトリ

ソグラフィ法により島状にパターンニングする。

#### 【0106】

次に、Al、Mo、Taなどの金属層を成膜し、フォトリソ法により所定の形状にパターンニングし、ソース配線68およびドレイン電極69を形成する。次に、チャンネルエッチングにより、a-Si層66とn<sup>+</sup>-Si層67のチャンネル部を形成する。以上の工程により、各画素にスイッチング素子であるTF T（アクティブ素子）70が形成される。

#### 【0107】

次に、パッシベーション膜71を350nm程度成膜する。次に、有機材料などからなる層間絶縁膜58を成膜し、フォトリソグラフィ法によりドレイン電極69の所定の位置にコンタクトホール72を形成する。

#### 【0108】

次に、有機材料などからなる層間絶縁膜58をマスクとして、パッシベーション膜71をウェットエッチングあるいはドライエッチングすることにより、コンタクトホール72をドレイン電極69まで到達させる。

#### 【0109】

次に、層間絶縁膜58の上に透明導電膜からなる画素電極59を成膜する。次に、フォトレジストを塗布して、露光、現像する。その後、層間絶縁膜58の上層の画素電極59をウェットエッチングあるいはドライエッチングする。次に、フォトレジストを除去することにより、画素電極59を形成する。このようにして、パッシベーション膜71を介して層間絶縁膜58を形成したTF T基板51が作製される。

#### 【0110】

次に、カラーフィルタ基板52の製造工程について説明する。

図12(a)～図12(d)はカラーフィルタ基板の製造工程を示す図である。

#### 【0111】

まず、図12(a)に示すように、フォトリソグラフィ工程によりガラス基板等の透明基板61上に金属酸化物を積層し、BM74を形成する。

#### 【0112】

次に、図 12 (b) ~ 図 12 (d) に示すように、透明基板 61 上に RGB の 3 原色のカラーフィルタ 62 (R 画素 75、G 画素 76、B 画素 77) を顔料分散法により順次形成する。この場合、R 顔料を分散した光硬化性樹脂組成物のフォトリソをスピンコート法により透明基板 61 の全体に塗布する。その後、露光・現像を行ない、所定の場所に R 画素 75 のカラーフィルタ 62 を形成する。同様にして、G 画素 76、B 画素 77 のカラーフィルタ 62 を形成する。

#### 【0113】

なお、カラーフィルタ 62 の形成方法は顔料分散法に限定されず、印刷法や電着法など他の方法を用いてもよい。電着法を用いた場合、BM74 の形成工程は、カラーフィルタ 62 の形成工程の後になる。

#### 【0114】

次に、TFT 基板 51 およびカラーフィルタ基板 52 に対してそれぞれ配向膜 60、63 の形成を行う。この工程では、印刷法などを用いて、ポリアミド膜である配向膜 60、63 を TFT 基板 51 およびカラーフィルタ基板 52 に形成し、焼成工程により溶媒を蒸発除去する。その後、両基板の配向膜 60、63 に対し、ローラを用いてラビング処理を行う。

#### 【0115】

次に、スペーサ 53 の形成工程について説明する。この工程は、TFT 基板 51 およびカラーフィルタ基板 52 の形成工程後に行う。本実施の形態において、スペーサ 53 はカラーフィルタ基板 52 に形成する。

#### 【0116】

スペーサ 53 は、図 1 に示したインクジェット装置 15 を使用し、カラーフィルタ基板 52 における BM74 の上に、スペーサ 53 を形成するための、硬化性樹脂を溶解したスペーサ形成用液体を連続的に吐出することにより形成する。この工程を図 13 に示す。

#### 【0117】

なお、上記の硬化型樹脂の構成成分としては、アクリル酸エステル、酢酸ビニル等を挙げることができるが、これらに限られるものではない。さらに、上記の硬化型樹脂の組成物に含有される重合体或いは共重合体の構成成分である単量体

としては、例えば、N，N-ジメチロールアクリルアミド、N，N-ジメトキシメチルアクリルアミド、N，N-ジエトキシメチルアクリルアミド、N，N-ジメチロールメタクリルアミド、N，N-ジメトキシメチルメタクリルアミド、N，N-ジエトキシメチルメタクリルアミド等が挙げられるが、これらに限られるものではない。これらの単量体は単独重合体、或いは、他のビニル系単量体との共重体で用いられる。他のビニル系単量体としては、アクリル酸、メタクリル酸、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル等のアクリル酸エステル、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル等のメタクリル酸エステル、ヒドロキシメチルメタクリレート、ヒドロキシエチルメタクリレート、ヒドロキシメチルアクリレート、ヒドロキシエチルアクリレート等の水酸基を含有したビニル系単量体、その他スチレン、 $\alpha$ -メチルスチレン、アクリルアミド、メタクリルアミド、アクリロニトリル、アシルアミン、ビニルアミン、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニル等を挙げることができる。

#### 【0118】

また、スぺーサ形成用液体は、硬化型樹脂の他、溶媒として水等を含んでいる。

#### 【0119】

インクジェット装置15のノズル1は、ノズル径が $\phi 6 \mu\text{m}$ のものを使用した。スぺーサ形成用液体の液滴12の着弾面（BM74のスぺーサ形成面）の径は $\phi 10 \mu\text{m}$ となる。スぺーサ形成用液体の体積濃度は25%であり、1弾の液滴12により形成される厚さは $0.4 \mu\text{m}$ となる。所望するスぺーサ厚さは $5 \mu\text{m}$ であり、同じ領域に11回の吐出を行うことでスぺーサ53が形成される。このとき、スぺーサ形成用液体の液滴12、即ち硬化性樹脂は、着弾後瞬時に乾燥して硬化するので、BM74上に拡がったり、移動したりしない。また、液滴12は着弾後瞬時に乾燥しているので、前弾の液滴と次弾の液滴とがぶつかることによる液滴の拡がりがなく、連続的に吐出できる。

#### 【0120】

スぺーサ形成用液体の濃度は30cPとした。インクジェット装置15は、さらに高粘度の液体の吐出が可能であり、具体的に100cPの液体の吐出が可能

であった。このため、スペーサ形成用液体をさらに高濃度にしてもよい。

#### 【0121】

また、硬化性樹脂を硬化させるための加熱は不要であるものの、樹脂を安定に硬化させるために、加熱処理を行なってもよい。

#### 【0122】

本発明におけるスペーサ53の材料は、所望する厚さ、強度のスペーサが形成される材質のものであれば、硬化性樹脂に限定されない。

#### 【0123】

次に、TFT基板51とスペーサ53が形成されたカラーフィルタ基板52との貼り合わせ工程、および液晶54の注入工程を行う。

#### 【0124】

貼り合わせ工程においては、まず、カラーフィルタ基板52にシール樹脂を印刷する。このシール樹脂は、TFT基板51と貼り合わせたときに接着するものであり、エポキシ樹脂が用いられる。次に、カラーフィルタ基板52とTFT基板51とをシール樹脂によって貼り合わせる。その後、加熱し、シール樹脂を硬化させる。

#### 【0125】

次に、上記2枚の基板を貼り合わせて形成したアレイを所望の寸法に切断する。次に、真空注入装置を用いて液晶54を注入する。次に、注入口を樹脂で封止する。その後、超音波洗浄を行ない、液晶アレイが完成する。

#### 【0126】

以下に、スペーサの形成に使用可能なインクジェット装置15の構成について、さらに検討した結果について示す。

#### 【0127】

上記ノズル1のノズル径とメニスカス7の最大電界強度と強電界領域の関係を図14に示す。

#### 【0128】

図14に示すグラフから、ノズル径が $\phi 4 \mu\text{m}$ 以下になると、電界集中が極端に大きくなり最大電界強度を高くすることができるのが分かった。これによって

、インクの初期吐出速度を大きくすることができるので、インク（液滴）の飛翔安定性が増すとともに、メニスカス部での電荷の移動速度が増すため吐出応答性が向上する。

#### 【0129】

続いて、吐出したインクの液滴12における帯電可能な最大電荷量について、以下に説明する。液滴12に帯電可能な電荷量は、液滴12のレイリー分裂を考慮した以下の(1)式で示される。

#### 【0130】

$$q = 8 \times \pi \times (\epsilon_0 \times \gamma \times r^3)^2 \quad (1)$$

ここで、 $q$  はレイリー限界を与える電荷量、 $\epsilon_0$  は真空の誘電率、 $\gamma$  はインクの表面張力、 $r$  はインク液滴の半径である。

#### 【0131】

上記(1)式で求められる電荷量 $q$ がレイリー限界値に近い程、同じ電界強度でも静電力が強く、吐出の安定性が向上するが、レイリー限界値に近すぎると、逆にノズル1の吐出孔1bでインクの霧散が発生してしまい、吐出安定性に欠けてしまう。

#### 【0132】

ここで、ノズルのノズル径とメニスカス部で吐出する液滴が飛翔を開始する吐出開始電圧、該初期吐出液滴のレイリー限界での電圧値および吐出開始電圧とレイリー限界電圧値の比との関係を示すグラフを図15に示す。

#### 【0133】

図15に示すグラフから、ノズル径が $\phi 0.2 \mu\text{m}$ から $\phi 4 \mu\text{m}$ の範囲において、吐出開始電圧とレイリー限界電圧値の比が0.6を超え、液滴の帯電効率が良い結果となっており、該範囲において安定した吐出が行えることが分かった。

#### 【0134】

例えば、図16に示すノズル径とメニスカス部の強電界（ $1 \times 10^6 \text{V/m}$ 以上）の領域の関係で表されるグラフでは、ノズル径が $\phi 0.2$ 以下になると電界集中の領域が極端に狭くなることが示されている。このことから、吐出する液滴は、加速するためのエネルギーを十分に受ける事ができず飛翔安定性が悪くなる

ことを示す。よって、ノズル径は  $\phi 0.2 \mu\text{m}$  より大きいと設定する必要がある。

#### 【0135】

次に、上記構成のインクジェット装置を実際に駆動する場合の印加電圧、すなわち液滴の吐出開始電圧以上の電圧で最適な電圧値を変動した場合の最大電界強度から誘導されるメニスカス部の初期吐出液滴を一定とした場合の該液滴の電荷量と、液滴の表面張力からくるレイリー限界値との関係を図17のグラフに示す。

#### 【0136】

図17に示すグラフにおいて、A点は上記液滴の電荷量と液滴の表面張力からくるレイリー限界値との交点であり、インクへの印加電圧が、A点より高い電圧であれば、初期吐出液滴にはほぼレイリー限界に近い最大電荷量が形成されており、A点より低い電圧であればレイリー限界以下でかつ吐出に必要な電荷量が形成されていることを示している。

#### 【0137】

ここで、吐出液滴の運動方程式にのみ着目すると、強電界かつ最大電荷量の吐出エネルギーとして最適な条件での飛翔が行われるため、印加電圧としてはA点より高い電圧が好ましい。

#### 【0138】

ところで、図18に、環境湿度を50%とした場合のインク（ここでは純水）の初期吐出液滴径と乾燥時間（液滴の溶剤が全て蒸発してしまう時間）との関係を示すグラフを示す。このグラフから、初期吐出液滴径が小さい場合には、蒸発によるインクの液滴径の変化が非常に早く、飛翔中の短い時間においても乾燥が進んでしまうことが分かる。

#### 【0139】

このため、初期吐出時に最大電荷量が液滴に形成されていると乾燥による液滴径の減少すなわち電荷が形成されている液滴の表面積が減少することにより、インクの飛翔中にレイリー分裂が発生し、過分の電荷を放出する際に電荷は液滴の一部を引き連れて放出されるため、蒸発以上の飛翔液滴の減少が発生することな



る。

#### 【0140】

従って、着弾時の液滴径のバラツキおよび着弾精度が悪化するとともに、ノズルと被記録媒体中に分裂したミストが浮遊することになり、被記録媒体を汚染することになる。このため、安定した吐出ドットの形成を考慮すると、初期吐出液滴に誘導される電荷量をレイリー限界に相当する電荷量よりもある程度小さくする必要がある。この場合、該電荷量をレイリー限界値に相当する電荷量の95%程度では、着弾ドット径のバラツキの精度が向上できず、結果的として90%以下にすることが好ましい。

#### 【0141】

具体的な数値としては、ノズル孔径を針電極の先端形状と見なした場合のメニスカスの最大電界強度による初期吐出液滴径のレイリー限界を算出し、該算出値以下の範囲とすることにより着弾時の液滴のバラツキを抑えることができた。これは、吐出液滴が分離する直前の表面積が吐出直後の液滴に比べ小さく、かつ電荷の移動時間のタイムラグにより、実際の初期吐出液滴に誘導される電荷量は、上記計算により求められる電荷量より小さくなっているためと考えられる。

#### 【0142】

このような条件であれば、飛翔時のレイリー分裂を防げると共にメニスカス部での吐出液滴の分離時に電荷量が多いことによるミスト化等の安定吐出を軽減する事ができる。

#### 【0143】

なお、帯電した液滴は、蒸気圧が減少して蒸発しにくくなる。これは、以下の(2)式から分かる。

#### 【0144】

$$RT\rho/M \times \log(P/P_0) = 2\gamma/r - q^2/(8\pi r^4) \quad (2)$$

ここで、Rは気体定数、Mは気体の分子量、Tは気体の温度、 $\rho$ は気体の密度、Pは微小液滴での蒸気圧、P<sub>0</sub>は平面での蒸気圧、 $\gamma$ はインクの表面張力、rはインク液滴の半径である。

#### 【0145】

上記の(2)式に示されるように、帯電した液滴は、該液滴の帯電量により蒸気圧が減少するもので、帯電量が少なすぎると蒸発の緩和に影響が少ないため、レイリー限界に相当する電界強度および電圧値の60%以上が好ましい結果となった。この結果は、上記と同様にノズル孔径を針電極の先端形状と見なした場合のメニスカスの最大電界強度による初期吐出液滴径のレイリー限界を算出し、該算出値の0.8倍以上の範囲を示すことと同じである。

## 【0146】

特に、図18に示すように、初期吐出液滴径が $\phi 5 \mu\text{m}$ 以下になると乾燥時間は極端に短くなり蒸発の影響を受けやすくなるため、初期吐出液滴の電荷量を低く抑えることは蒸発を抑える観点からより効果があることが分かる。なお、図18に示す乾燥時間と初期吐出液滴径との関係を求める場合の周囲湿度は50%とした。

## 【0147】

また、吐出液滴の乾燥を考慮すると、被記録媒体までの液体の吐出時間を短くする必要がある。

## 【0148】

ここで、吐出液滴がメニスカス部より分離してノズルより被記録媒体に着弾するまでの平均飛翔速度を $5 \text{ m/s}$ 、 $10 \text{ m/s}$ 、 $20 \text{ m/s}$ 、 $30 \text{ m/s}$ 、 $40 \text{ m/s}$ 、 $50 \text{ m/s}$ として、吐出の安定性と着弾ドットの位置精度を比較し、以下の表7に示す。

## 【0149】

【表6】

初期吐出液滴径	$\phi 0.4 \mu\text{m}$		$\phi 1 \mu\text{m}$		$\phi 3 \mu\text{m}$	
平均吐出速度	吐出安定性	着弾精度	吐出安定性	着弾精度	吐出安定性	着弾精度
5m/s	×(着弾せず)		△	△	○	△
10m/s	○	○	○	○	○	○
20m/s	○	◎	○	◎	○	◎
30m/s	○	◎	○	◎	○	◎
40m/s	○	◎	○	◎	○	◎
50m/s	×(ミスト発生)		×(ミスト発生)		×(ミスト発生)	

## 【0150】

表 6 中の吐出安定性の記号において、×：ほとんど吐出せず、△：連続吐出にて不吐出あり、○：不吐出なしを示しており、着弾精度の記号においては、×：着弾ズレ>着弾ドット径、△：着弾ズレ>着弾ドット径×0.5、○：着弾ズレ<着弾ドット径×0.5、◎：着弾ズレ<着弾ドット径×0.2を示している。

#### 【0151】

上記の表 6 から分かるように、平均飛翔速度 5 m/s では、着弾精度が悪く、吐出安定性も悪くなる。特に、ノズル径が  $\phi 1 \mu\text{m}$  以下では、吐出速度が遅いと液滴にかかる空気抵抗の要因が大きくかつ蒸発によるドット径の更なる微少化により、着弾できない場合があった。逆に、平均飛翔速度 50 m/s では、印加電圧を高くする必要があるため、メニスカス部での電界強度が非常に強くなり、吐出液滴のミスト化が頻繁に発生してしまい、安定した吐出が難しいことが分かった。

#### 【0152】

以上のことから、吐出液滴がメニスカス部より分離して被記録媒体に着弾するまでの平均飛翔速度は 10 m/s から 40 m/s の間が好ましいことが分かった。

#### 【0153】

ところで、図 18 では、周囲湿度として 50% とした場合の、初期吐出液滴径と乾燥時間との関係を示したが、図 19 では、初期吐出液滴径が  $\phi 0.5 \mu\text{m}$  でノズルと被記録媒体の距離を 0.2 mm とした場合の周囲湿度と乾燥時間の関係を示す。

#### 【0154】

図 19 に示すグラフから、周囲湿度が 60% 以下では該乾燥速度の数値は大きく変動しないことが分かった。しかしながら、周囲湿度が 70% を超えるとインクの蒸発を極端に抑える事が可能であり、周囲湿度を 70% 以上とする場合には、上記条件等の影響は低いものとなり、特に周囲湿度を 95% 以上に設定すると乾燥の影響をほぼ無視する事ができ、本発明のインクジェット記録装置の設計条件の自由度を広くかつ適用範囲を広げる事が可能であることが分かった。

#### 【0155】

ここで、ノズル径を $\phi 1$ および $\phi 3 \mu\text{m}$ として、初期吐出液滴径を変動した場合の吐出安定性および吐出ドット径バラツキ（着弾バラツキ）を以下の表7に示す。なお、ノズルによる初期吐出径は、印加電圧値を変動することにより制御可能であり、又印加する電圧パルスのパルス幅を調整する事によっても制御可能であり、ここでは、同一ノズル径での電界強度の影響を排除するため、前記パルス幅を変動させて初期吐出径を調整している。

【0156】

【表7】

初期吐出 液滴径 ( $\mu\text{m}$ )	ノズル径 ( $\mu\text{m}$ )					
	$\phi 1$		$\phi 3$		$\phi 5$	
	バラツキ	吐出安定性	バラツキ	吐出安定性	バラツキ	吐出安定性
$\phi 1$	$\Delta$	$\bigcirc$	$\times$		$\times$	
$\phi 1.5$	$\odot$	$\odot$	$\times$		$\times$	
$\phi 2$	$\odot$	$\odot$	$\times$		$\times$	
$\phi 3$	$\odot$	$\bigcirc$	$\Delta$	$\Delta$	$\times$	
$\phi 5$	$\bigcirc$	$\Delta$	$\odot$	$\odot$	$\Delta$	$\Delta$
$\phi 7$	$\times$		$\odot$	$\bigcirc$	$\odot$	$\bigcirc$
$\phi 10$	$\times$		$\Delta$	$\bigcirc$	$\odot$	$\odot$
$\phi 15$	$\times$		$\Delta$	$\Delta$	$\bigcirc$	$\bigcirc$
$\phi 20$	$\times$		$\times$		$\bigcirc$	$\Delta$

【0157】

表7中の吐出安定性の記号において、 $\times$ ：ほとんど吐出せず、 $\Delta$ ：10分間連続吐出にて不吐出あり、 $\bigcirc$ ：10分間連続吐出にて不吐出なし、 $\odot$ ：30分間連続吐出にて不吐出なしを示しており、バラツキの記号においては、 $\Delta$ ：着弾ドットのバラツキ $>$ 着弾ドット径 $\times 0.2$ 、 $\bigcirc$ ：着弾ドットのバラツキ $\leq$ 着弾ドット径 $\times 0.2$ 、 $\odot$ ：着弾ドットのバラツキ $\leq$ 着弾ドット径 $\times 0.1$ を示している。

【0158】

表7から、ノズル径に対し1.5倍～3倍程度において吐出の安定性が良く、特に1.5倍～2倍において着弾ドット径のバラツキが極端に抑えられることが分かった。これは、メニスカス部から引き出されるインク形状を液柱と見なした場合、該液柱の表面積が該液柱の体積分の球の表面積より大きくなる条件での液滴分離が最も安定するためと考えられる。

【0159】

上記の構成によれば、インクの吐出直後の液滴量が 1 p l 以下の微少なインク液滴を吐出する静電吸引型インクジェット記録装置において、ノズル 1 の吐出孔 1 b の直径を、インクの吐出直後の液滴直径よりも小さくすることによりノズル 1 のメニスカス 7 に吐出のための電界を集中させることができるので、インクを吐出するのに必要な印加電圧を大幅に下げることができ、個々に分離、吐出する液滴の径のバラツキを小さく安定した吐出を実現可能とした。

#### 【0160】

また、従来必要とされていたバイアス電圧の印加が不要となり、駆動電圧を正負交互に印加する事が可能となり、被記録媒体の表面電位の増加による着弾精度への影響を軽減する事ができた。

#### 【0161】

また、ノズルの孔の直径を  $\phi 8 \mu\text{m}$  以下の範囲とすることによりノズルのメニスカス部に電界を集中させることができると共に、対向電極の位置精度および被記録媒体の材料特性のバラツキや厚さバラツキの影響を受けずに安定した吐出が可能となった。

#### 【0162】

特に、ノズル 1 の吐出孔 1 b の直径を  $\phi 0.4 \mu\text{m}$  以上  $\phi 4 \mu\text{m}$  以下の範囲とすることにより、電界集中が極端に大きくなる。このように、最大電界強度を高くすることが、インクの初期吐出速度を大きくすることになるので、飛翔安定性が増すとともに、メニスカス部での電荷の移動速度が増すため吐出応答性が向上すると共に、レイリー分裂の影響による着弾ドット径のバラツキを抑える事ができる。

#### 【0163】

更に、ノズル 1 からのインクの吐出直後の液滴直径を、ノズル 1 の吐出孔 1 b の直径の 1.5 倍から 3 倍以下の範囲とすることにより、吐出の安定性が向上でき、特にインクの吐出直後の液滴直径を該ノズル径の 1.5 倍から 2 倍以下の範囲とすることにより吐出ドット径のバラツキを極端に抑えることができる。

#### 【0164】

本実施の形態では、上述のように、インク室 2 内のインクに負圧が印加された

例について説明したが、インクに正圧が印加された場合でも構わない。インク室 2 内のインクに正圧を印加するには、例えば、図 20 に示すように、インク供給路 23 の図示しないインクタンク側にポンプ 24 を設け、該ポンプ 24 を用いてインク室 2 内のインクに正圧を印加することが考えられる。この場合、インク室 2 からのインク吐出のタイミングに合わせて駆動させるように、プロセス制御部 25 とは別のプロセス制御部 26 を用いて上記ポンプ 24 を駆動制御すればよい。このように、インク室 2 内のインクに正圧を印加するようにすれば、メニスカス部の凸形状を静電力で形成する手間が省け、印加電圧の低減および応答速度の向上が図ることができる。

#### 【0165】

なお、本実施の形態では、説明の簡単化のため単一ノズルを備えたインクジェット装置について説明を行なったが、これに限定されるものではなく、隣接ノズルでの電界強度の影響を考慮した設計を行えば、複数のノズルを有するマルチヘッドを備えたインクジェット装置にも適用可能である。

#### 【0166】

更に、本実施の形態では、対向電極 13 を常に設けたインクジェット装置について説明したが、表 2 から分かるように、対向電極 13 とノズル 1 の吐出孔 1b との間の距離（ギャップ）は、被記録媒体とノズル間の電界強度にほとんど影響せず、該被記録媒体とノズル間の距離が近く、被記録媒体の表面電位が安定しているならば対向電極は不要となる。

#### 【0167】

本願発明者等は、図 21 に示すように、従来方法において、静電吸引の過程において形成されるノズル部 41 のテーラーコーン形状の流体のメニスカス 42 の液滴吐出直前の先端部曲率 44 とほぼ同等サイズのノズル径になるように、流体吐出孔側が絞り込まれたノズル 43 を使用することにより、広範囲に必要であった電場の形成を狭くでき、かつメニスカスでの電荷の移動量を少なくできることを見出した。

#### 【0168】

本願発明者等は、上記の原理を利用して、さらに、ノズル先端部の流体吐出孔

の直径を、吐出直後の流体の液滴径よりも小さく設定することで、電荷の集中領域とメニスカス領域とをほぼ同じにできることを見出した。

#### 【0169】

##### 〔実施の形態2〕

本発明の実施の他の形態を以下に説明する。

本実施の形態の液晶アレイは、図22に示すように、積層構造の前記スペーサ53に代えて、スペーサ材料がつながった状態でノズル1から吐出されることにより形成された柱状のスペーサ81を備えたものとなっている。他の構成は、前記液晶アレイと同様である。したがって、TFT基板51およびカラーフィルタ基板52の各製造工程、並びに配向膜60、63の形成工程は実施の形態1に示した場合と同様である。

#### 【0170】

スペーサ81の形成に使用するインクジェット装置15は、実施の形態1で利用したものとほぼ同様の構成である。ただし、図1に示した構成において、ノズル1にはノズル径が $\phi 2\mu\text{m}$ のものを使用し、さらにインク室2にはアクチュエータが取り付けられ、これによりノズル1と被記録側基板14（カラーフィルタ基板52）との距離を変化させることができるようになっている。また、スペーサ形成用液体は、ポリビニルフェノールのエタノール溶液とした。

#### 【0171】

図23（a）～図23（c）に本実施の形態におけるスペーサ形成工程を示す。

まず、図23（a）に示すように、ノズル1をカラーフィルタ基板52に対して垂直に保持し、ノズル先端とカラーフィルタ基板52上のBM74とを接触させた。このとき、ノズル電極5には電圧を印加していない。

#### 【0172】

次に、図23（b）に示すように、ノズル電極5に直流電圧を印加しながら、前記アクチュエータにより、ノズル1をカラーフィルタ基板52から離す方向に移動させた。直流電流によりノズル1内で溶液が凝縮し、ノズル1の引き上げに伴い、ポリビニルフェノールが棒状につながった状態で吐出され、柱状のスペー

サ 8 1 が形成される。

#### 【0173】

所望するスペーサ 8 1 の高さは  $5\mu\text{m}$  なので、スペーサ 8 1 となる柱がその高さに達したとき、図 2 3 (c) に示すように、電源を OFF にし、ノズル 1 はそのまま上に移動させる。これにより、スペーサ 8 1 の柱はノズル 1 から離れる。この結果、TFT 基板 5 1 とカラーフィルタ基板 5 2 との距離を保持する柱状のスペーサ 8 1 が得られる。

#### 【0174】

##### 〔実施の形態 3〕

本発明の実施のさらに他の形態を以下に説明する。

本実施の形態の液晶アレイは、図 2 4 に示すように、積層構造の前記スペーサ 5 3 に代えて、ノズル 1 からスペーサとなる球状粒子と吐出することにより形成された球状のスペーサ 8 2 を備えたものとなっている。他の構成は、前記液晶アレイと同様である。したがって、TFT 基板 5 1 およびカラーフィルタ基板 5 2 の各製造工程、並びに配向膜 6 0, 6 3 の形成工程は実施の形態 1 に示した場合と同様である。

#### 【0175】

スペーサ 8 2 の形成に使用するインクジェット装置 1 5 は、実施の形態 1 で使用したものとほぼ同様の構成である。ただし、図 1 に示した構成において、ノズル 1 にはノズル径が  $\phi 8\mu\text{m}$  のものを使用した。ノズル 1 から吐出される 1 滴の量は  $0.25\text{pl}$  となる。

#### 【0176】

図 2 5 に本実施の形態におけるスペーサ形成工程を示す。本実施の形態において、スペーサ形成用液体としては、スペーサ 8 2 となる直径  $3\mu\text{m}$  のプラスチックの球状粒子をアルコールに混ぜたものを使用している。この溶液は、特に材質を指定されるものでなく、球状粒子（スペーサ 8 2）、および配向膜 6 3 を溶解しないものが好ましい。

#### 【0177】

スペーサ 8 2 の形成においては、ノズル 1 から上記のスペーサ形成用液体の液



滴 12 を、カラーフィルタ基板 52 における BM74 上に着弾するように吐出する。この場合、液滴 12 の液自体は着弾後瞬時に乾燥するため、液滴 12 の周りにスペーサ 82 が集まることがない。したがって、スペーサ 82 がカラーフィルタ基板 52 上に散らばり、局所的に開口率が悪化する事態を生じることがない。

#### 【0178】

インクジェット装置 15 の動作の切り替えは、プロセス制御部 25 からノズル電極 5 への印加電圧の周波数、または振幅の変更により行う。

#### 【0179】

インクジェット装置 15 の特徴として、印加電圧の周波数がある値以上になると、あるいは振幅がある値以下になると、液滴 12 が吐出されなくなる。しかしながら、吐出条件以上の高周波数、低振幅であっても、ノズル 1 内には印加電圧による攪拌作用が働く。このため、非吐出時でもノズル電極 5 に電圧を印加することにより、ノズル 1 の目詰まりを防ぐことができる。

#### 【0180】

##### 〔実施の形態 4〕

本発明の実施のさらに他の形態を以下に説明する。

本実施の形態の液晶アレイは、球状の粒子からなるスペーサ 82 を備えたものとなっている。このスペーサ 82 はカラーフィルタ基板 52 上に散布されたものである。したがって、スペーサ 82 が配置される位置は、図 25 に示した液晶アレイのように、BM74 上には限定されない。他の構成は、前記液晶アレイと同様である。したがって、TFT 基板 51 およびカラーフィルタ基板 52 の各製造工程、並びに配向膜 60、63 の形成工程は実施の形態 1 に示した場合と同様である。

#### 【0181】

本実施の形態において使用するインクジェット装置 15 は、実施の形態 1 で使用したものとほぼ同様の構成である。ただし、ノズル 1 にはノズル径が  $\phi 8 \mu\text{m}$  のものを使用した。したがって、ノズル 1 から吐出される 1 滴の量は  $0.25 \text{ p l}$  となる。

#### 【0182】

スペーサ形成工程においては、まず、直径 $5\mu\text{m}$ のプラスチック球である球状のスペーサ 82 をアルコールに混ぜ、スプレーによりカラーフィルタ基板 52 上に散布した。

#### 【0183】

このとき、カラーフィルタ基板 52 上に付着した 1 つの液滴の周りに複数のスペーサ 82 が集まり、スペーサ集合体を形成する。このままでは、スペーサ集合体がアルコールの乾燥後もその位置で保持され、局所的な開口率の低下を招来する。そこで、本実施の形態では、インクジェット装置 15 を使用してスペーサ集合体のスペーサ 82 が適当に分散するように処理している。次に、この処理について、図 26 (a) (b) により説明する。

#### 【0184】

まず、図 26 (a) に示すように、観察手段である CCD カメラ 84 によりスペーサ散布領域を観察し、スペーサ集合体 83 の有無を調べる。次に、CCD カメラ 84 により観察されたスペーサ集合体 83 の中心の真上位置にノズル 1 が位置するように、ノズル 1 とカラーフィルタ基板 52 との相対位置を調整する。

#### 【0185】

次に、図 26 (b) に示すように、互いに近い位置にあるスペーサ 82 に対して液滴 12 を吐出する。この液滴 12 の液体は、特に材質を指定されるものでなく、スペーサ 82 および配向膜 63 を溶解しない材質のものが好ましい。

#### 【0186】

液滴 12 をぶつけられたスペーサ集合体 83 では、スペーサ 82 同士が互いに離れるように移動する。これにより、スペーサ 82 が隣り合ったりすることによる液晶アレイの開口率の局所的な悪化が回避される。

#### 【0187】

上記液滴 12 の吐出は、スペーサ集合体 83 に対して行うのに加えて、例えば BM 74 上から離れた位置に存在する 1 個のスペーサ 82 に対して行ってもよい。この場合には、BM 74 上から離れた位置にあるスペーサ 82 を BM 上に移動させることができ、開口率の低下を防ぐことができる。

#### 【0188】

なお、以上の実施の形態において、スペーサは、何れもカラーフィルタ基板 52 に形成していたが、これに限定されることなく、TFT 基板 51 に形成してもよい。また、スペーサの形成位置は、BM74 上が望ましいものの、これに限定されるものではない。

#### 【0189】

##### 【発明の効果】

以上のように、本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料の液滴を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、前記吐出孔の径が前記液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから 1 滴の量が 1 p l 以下の液滴を吐出する構成である。

#### 【0190】

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の 1 滴の量が 1 p l 以下であるので、液滴は基板上のスペーサ形成面に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴は基板上に着弾後に移動し難く、正確な位置にスペーサを形成することができる。この点は、複数の液滴を吐出し、それらを積層して所望の厚みを有する 1 個のスペーサを形成する場合も同様であり、後に着弾した液滴が先に着弾した液滴に影響されて移動するといった事態を回避可能である。

#### 【0191】

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

#### 【0192】

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l 以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるの

で、安定した吐出が可能となる。この結果、高周波数での吐出駆動を行ないながら、連続的な液滴の吐出が可能となり、生産効率が向上する。

#### 【0193】

なお、ノズル径を  $13\ \mu\text{m}$  以下とするならば、液適量を  $1\ \text{pl}$  以下とすることができる。また、スペーサの厚さは所定値以上が必要とされるため、本発明のように微小液滴を用いる場合には、同一のスペーサ形成個所に対して、液滴の吐出を複数回行う。

#### 【0194】

また、本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズルの吐出孔からスペーサ材料を吐出し、それを硬化させることにより前記スペーサを形成する液晶アレイの製造方法において、前記ノズルの先端部を基板のスペーサ形成面に接触させ、この状態で、前記スペーサ材料を凝縮させるために、ノズルに設けられた電極に電圧を印加し、この電圧印加状態を維持しながら、前記ノズルから連続的に前記スペーサ材料を吐出させるとともに、前記ノズルと前記基板との位置を離していき、前記基板に柱状のスペーサを形成する構成である。

#### 【0195】

上記の構成によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

#### 【0196】

上記の液晶アレイの製造方法は、前記ノズルの吐出孔の径が  $8\ \mu\text{m}$  以下である構成としてもよい。これにより、スペーサの形成をさらに安定して行うことができる。

#### 【0197】

本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、ノズルの吐出孔の径が吐出する液

滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから、固体スペーサを含む液体を、1滴の量が1 p l以下の液滴としてスペーサ形成面に吐出し、前記スペーサを形成する構成である。

#### 【0198】

上記の構成によれば、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l以下であるので、液滴、即ち溶媒は基板上のスペーサ形成面に着弾後瞬時に乾燥する。したがって、液滴に含まれている固体スペーサは、スペーサ形成面に着弾後に移動し難く、正確な位置にスペーサを形成することができる。これにより、液晶アレイの開口率の低下を回避できる。また、溶媒が着弾後瞬時に乾燥するため、基板に残った溶媒が配向膜などに悪影響を及ぼすことがない。

#### 【0199】

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、スペーサの形成位置について高精度の位置制御が可能となる。

#### 【0200】

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

#### 【0201】

本発明の液晶アレイの製造方法は、対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、これら両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられている液晶アレイの製造方法において、スペーサ配置面に個体スペーサを配置した後、ノズルの吐出孔の径が吐出する液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用し、このインクジェット装置のノズルから1滴の量が1 p l以下の液滴を吐出し、その液滴を前記固体スペーサに衝突させることにより固体スペーサを移動させ、個体スペーサの位置決めを行う構成である。

## 【0202】

上記の構成によれば、スペーサ配置面に個体スペーサを配置した後、ノズルからの液滴の吐出により固体スペーサの位置を調整し、スペーサが1箇所集合した状態等を解消できるので、開口率の低下を回避可能である。

## 【0203】

また、ノズルから吐出される液滴の1滴の量が1 p l 以下であるので、液滴は着弾後瞬時に乾燥する。したがって、基板に残った溶媒が配向膜などに悪影響を及ぼすことがない。

## 【0204】

また、ノズルの吐出孔の径が液滴の径よりも小さい静電吸引型インクジェット装置を使用しているので、静電吸引用の電界を生じさせる印加電圧を低い値に抑制しながら、1 p l 以下の微小な液滴の吐出が可能となる。また、液滴を吐出する際に、液滴に電荷が集中しやすく、液滴周囲の電界強度の変動が小さくなるので、安定した吐出が可能となる。この結果、スペーサに対して高精度の位置制御が可能となる。

## 【0205】

これにより、本発明の製造方法によれば、インクジェット方式における利点を生かし、液晶アレイの開口率を低下させることなく、所望の厚さのスペーサを容易かつ低コストに形成することができる。

## 【0206】

上記の液晶アレイの製造方法は、前記ノズルからの吐出物の粘度が30 c P 以上である構成としてもよい。

## 【0207】

上記の構成によれば、ノズルからの吐出物の粘度が30 c P 以上と高くなっているため、着弾後の吐出物における溶媒の乾燥速度を確実に高めることができる。これにより、スペーサの位置精度を確実に高めることができる。また、ノズルからの吐出液滴によりスペーサを形成する場合には、1弾の液滴によるスペーサ形成厚さが小さくなるため、吐出回数、即ち積層数が増加し、作製時間が増加するものの、液滴（吐出物）が高濃度となっているため、吐出回数、即ち積層数の

増加化を抑制可能である。この結果、生産効率が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の一形態における液晶アレイの製造に使用するインクジェット装置を示す概略の断面図である。

【図 2】

図 2 (a) は、図 1 に示したノズルにおける、インクのメニスカスの挙動を示すものであって、インクの吐出前の状態を示す説明図、図 2 (b) は同ノズルから張り出した状態を示す説明図、図 2 (c) は同液滴吐出直前の状態を示す説明図である。

【図 3】

図 3 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径が  $\phi 0.2 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであって、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの、図 3 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

【図 4】

図 4 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径が  $\phi 0.4 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであって、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの、図 4 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

【図 5】

図 5 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径が  $\phi 1 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであって、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの、図 5 (b) は、同距離が  $100 \mu\text{m}$  である場合を示すものである。

【図 6】

図 6 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径が  $\phi 8 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであって、ノズルと対向電極との距離が  $2000 \mu\text{m}$  である場合を示すもの、図 6 (b) は、同距離が

100  $\mu\text{m}$ である場合を示すものである。

【図 7】

図 7 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径が  $\phi 20 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであって、ノズルと対向電極との距離が 2000  $\mu\text{m}$  である場合を示すもの、図 7 (b) は、同距離が 100  $\mu\text{m}$  である場合を示すものである。

【図 8】

図 8 (a) は、静電吸引型のインクジェット装置において、ノズル径が  $\phi 50 \mu\text{m}$  である場合のノズル先端部の電界強度分布を示すグラフであって、ノズルと対向電極との距離が 2000  $\mu\text{m}$  である場合を示すもの、図 8 (b) は、同距離が 100  $\mu\text{m}$  である場合を示すものである。

【図 9】

本発明の実施の一形態における液晶アレイを示す縦断面図である。

【図 10】

図 9 に示した TFT 基板の 1 画素の構成を示す平面図である。

【図 11】

図 10 における A-A 線矢視断面図である。

【図 12】

図 12 (a) は、図 9 に示したカラーフィルタ基板の製造工程におけるブラックマトリクス形成工程を示す縦断面図、図 12 (b) は、同製造工程における R 画素のカラーフィルタ形成工程を示す縦断面図、図 12 (c) は、同 G 画素のカラーフィルタ形成工程を示す縦断面図、図 12 (d) は、同 B 画素のカラーフィルタ形成工程を示す縦断面図である。

【図 13】

図 9 に示したスペーサ形成工程を示す縦断面図である。

【図 14】

ノズル径と最大電界強度との関係を示すグラフである。

【図 15】

ノズル径と各種電圧との関係を示すグラフである。



**【図 16】**

ノズル径と強電界領域との関係を示すグラフである。

**【図 17】**

印加電圧と帯電電荷量との関係を示すグラフである。

**【図 18】**

初期吐出液滴径と乾燥時間との関係を示すグラフである。

**【図 19】**

周囲湿度と乾燥時間との関係を示すグラフである。

**【図 20】**

本発明の他の実施の形態にかかるインクジェット装置の概略構成断面図である。

**【図 21】**

本発明の実施の形態にかかるインクジェット装置の原理を説明する図である。

**【図 22】**

本発明の実施の他の形態における液晶アレイを示す縦断面図である。

**【図 23】**

図 23 (a) は、図 22 に示したスペーサ形成工程における初期の状態を示す縦断面図、図 23 (b) は、同スペーサ形成工程における中期の状態を示す縦断面図、図 23 (c) は、同スペーサ形成工程における後期の状態を示す縦断面図である。

**【図 24】**

本発明の実施の他の形態における液晶アレイを示す縦断面図である。

**【図 25】**

図 24 に示したスペーサの形成工程を示す縦断面図である。

**【図 26】**

図 26 (a) は、本発明の実施のさらに他の形態における液晶アレイのスペーサの形成工程であって、散布されたスペーサの観察工程を示す説明図、図 26 (b) は、上記観察工程にて発見されたスペーサ集合体のスペーサを分散させる工

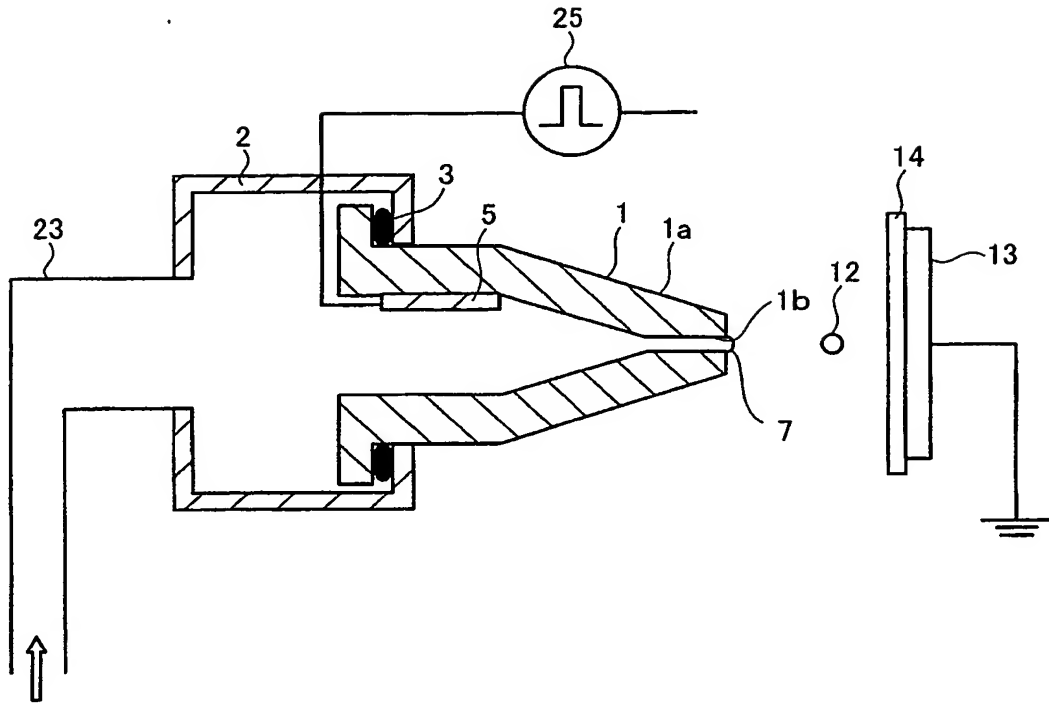
程を示す説明図である。

【符号の説明】

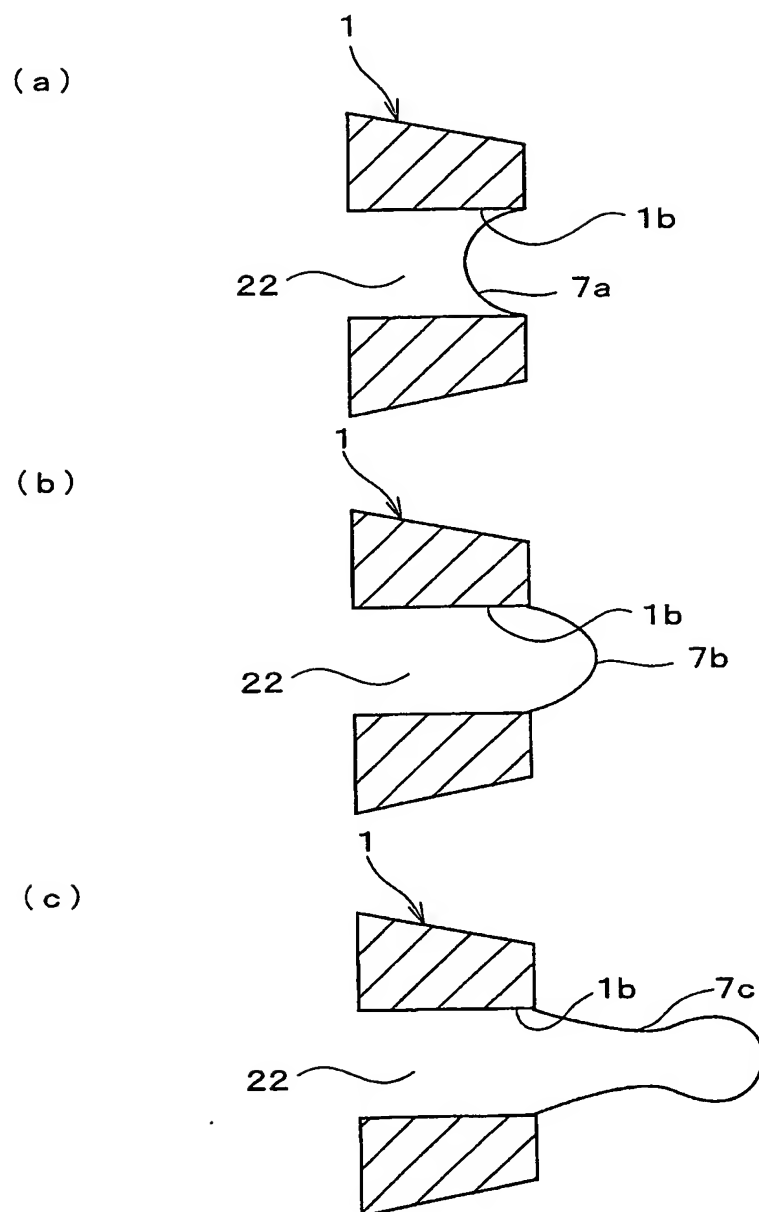
- 1 ノズル
- 1 a オリフィス
- 1 b 吐出孔
- 2 インク室
- 5 ノズル電極
- 7 メニスカス
- 1 2 液滴
- 1 3 対向電極
- 1 4 被記録側基板
- 2 5 プロセス制御部
- 5 1 T F T 基板
- 5 2 カラーフィルタ基板
- 5 3 スペーサ
- 5 4 液晶
- 5 5 絶縁基板
- 6 2 カラーフィルタ
- 7 0 T F T (アクティブ素子)
- 7 4 ブラックマトリクス
- 8 1 スペーサ
- 8 2 スペーサ (固体スペーサ)
- 8 3 スペーサ集合体

【書類名】 図面

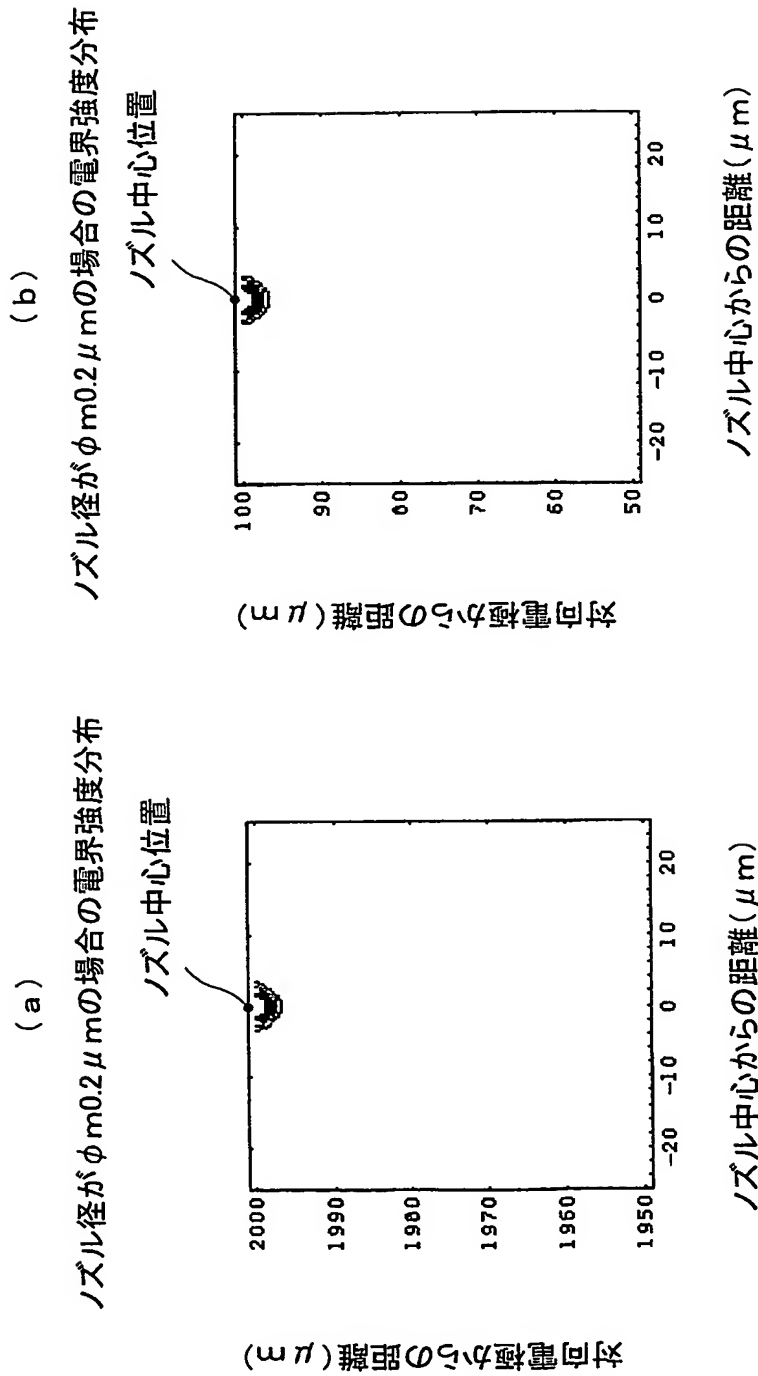
【図 1】



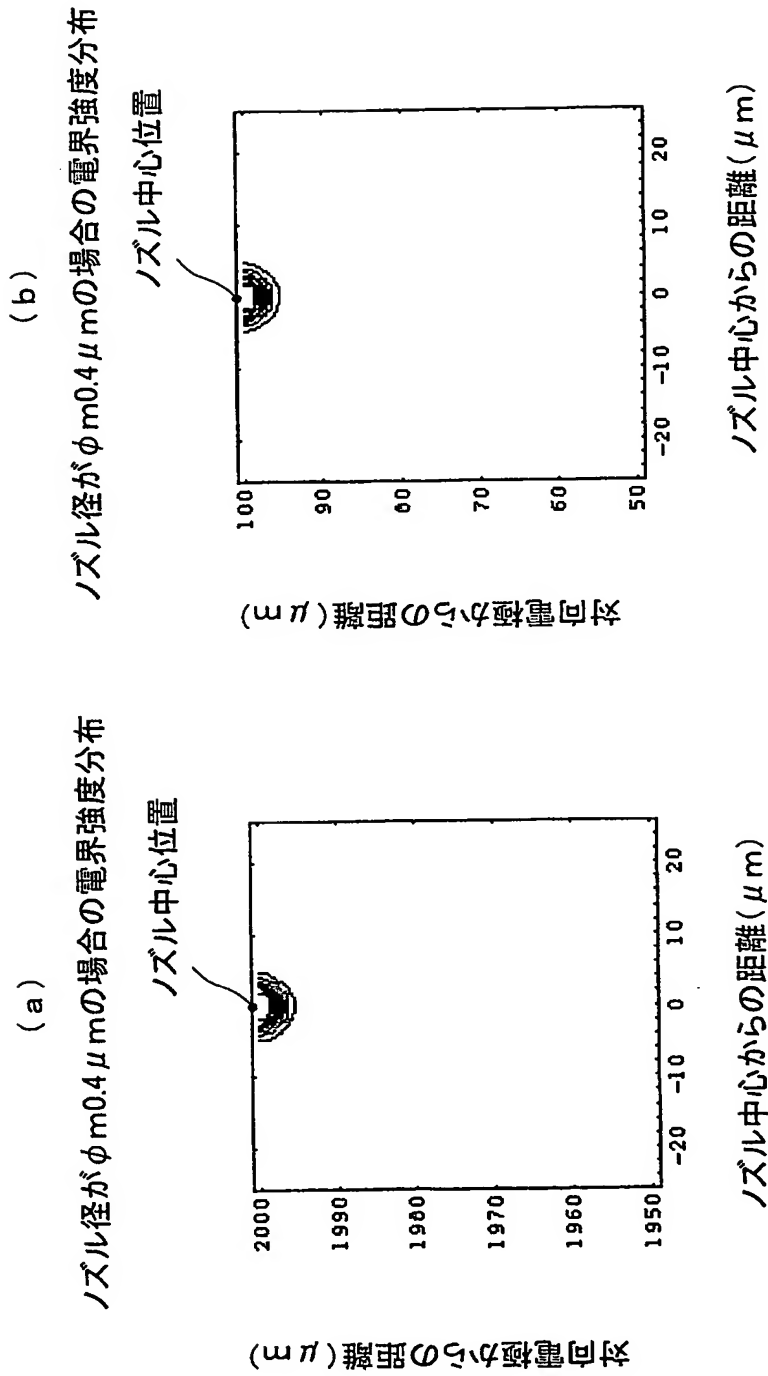
【図 2】



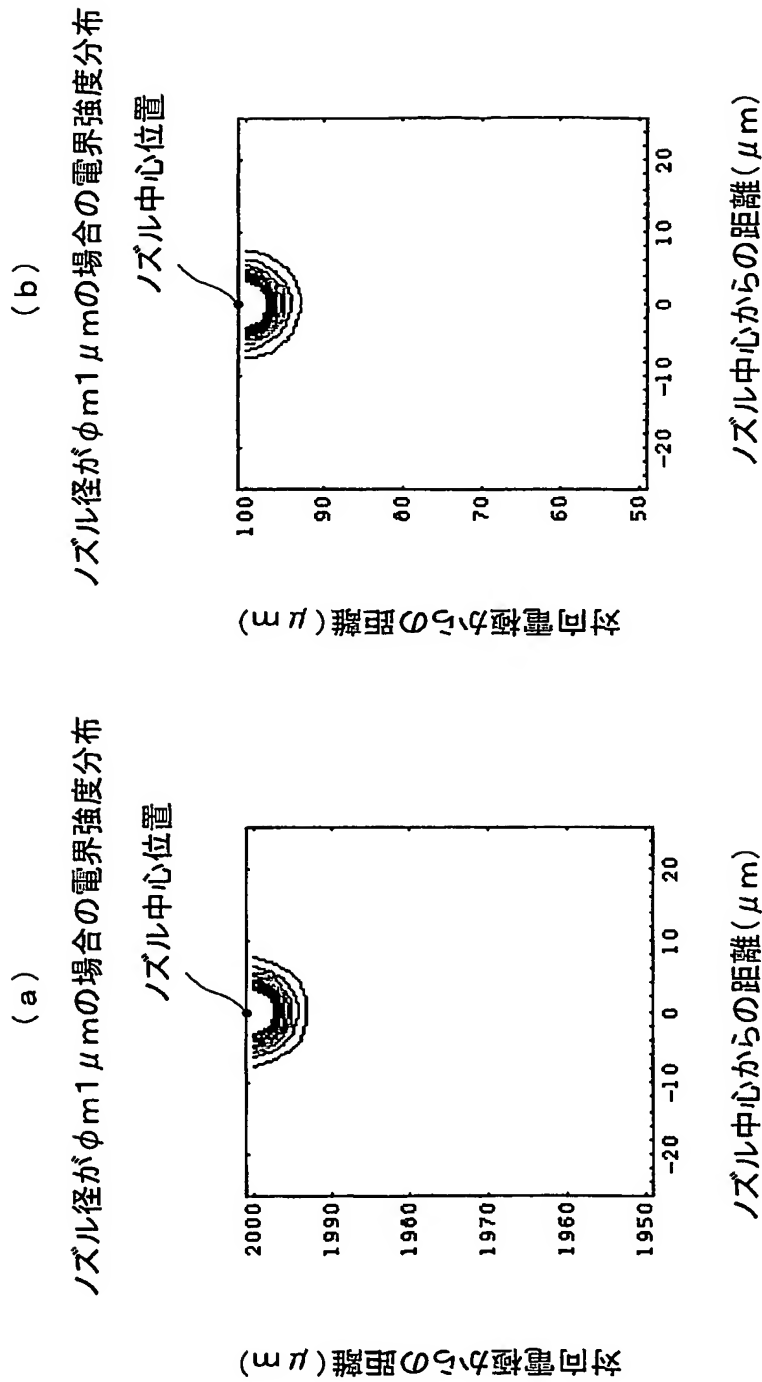
【図 3】



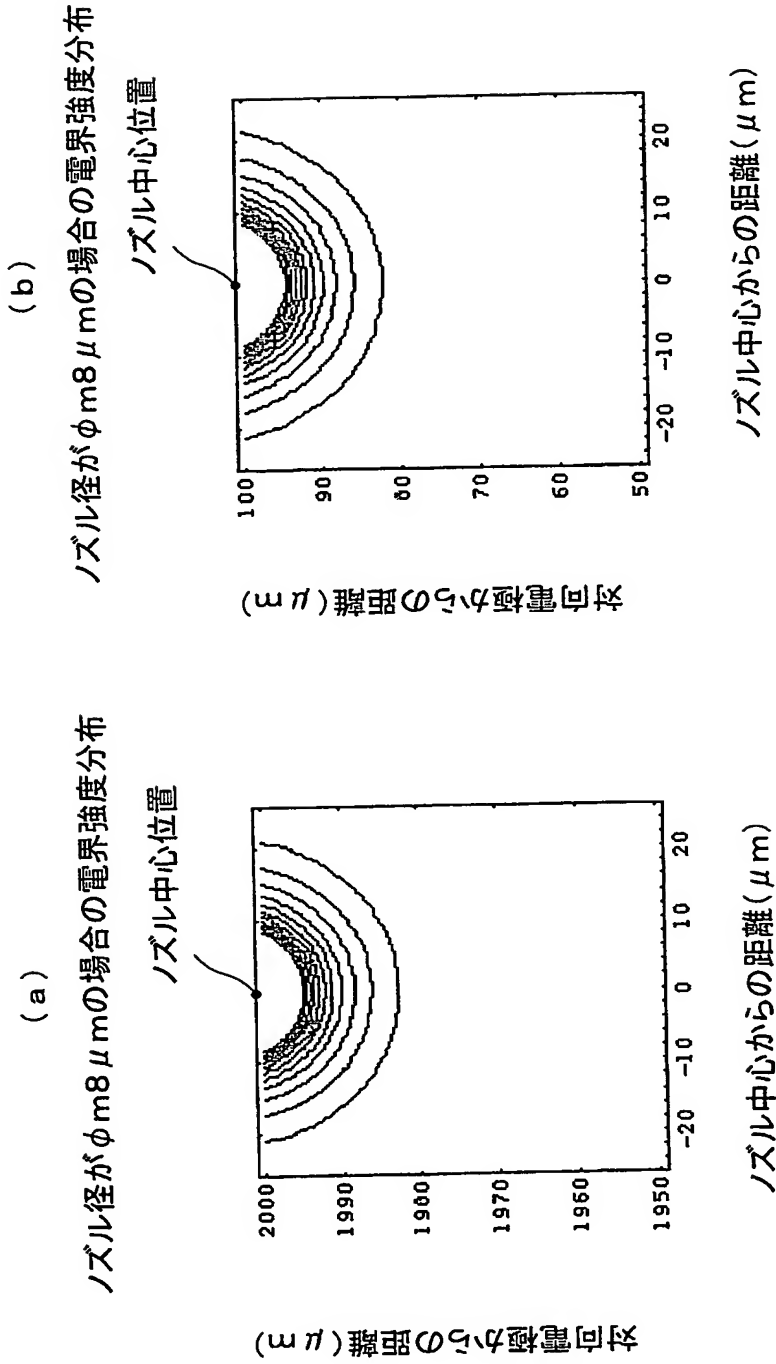
【図 4】



【図 5】

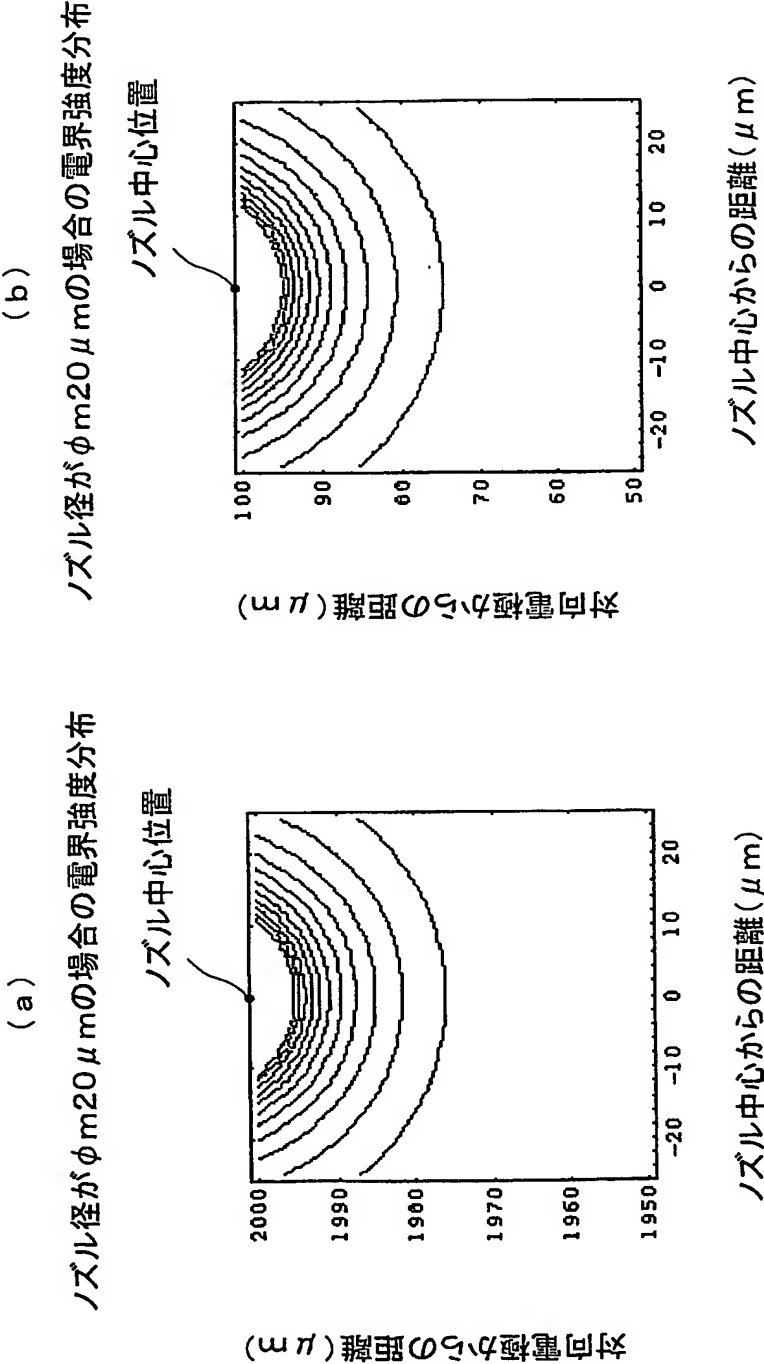


【図 6】

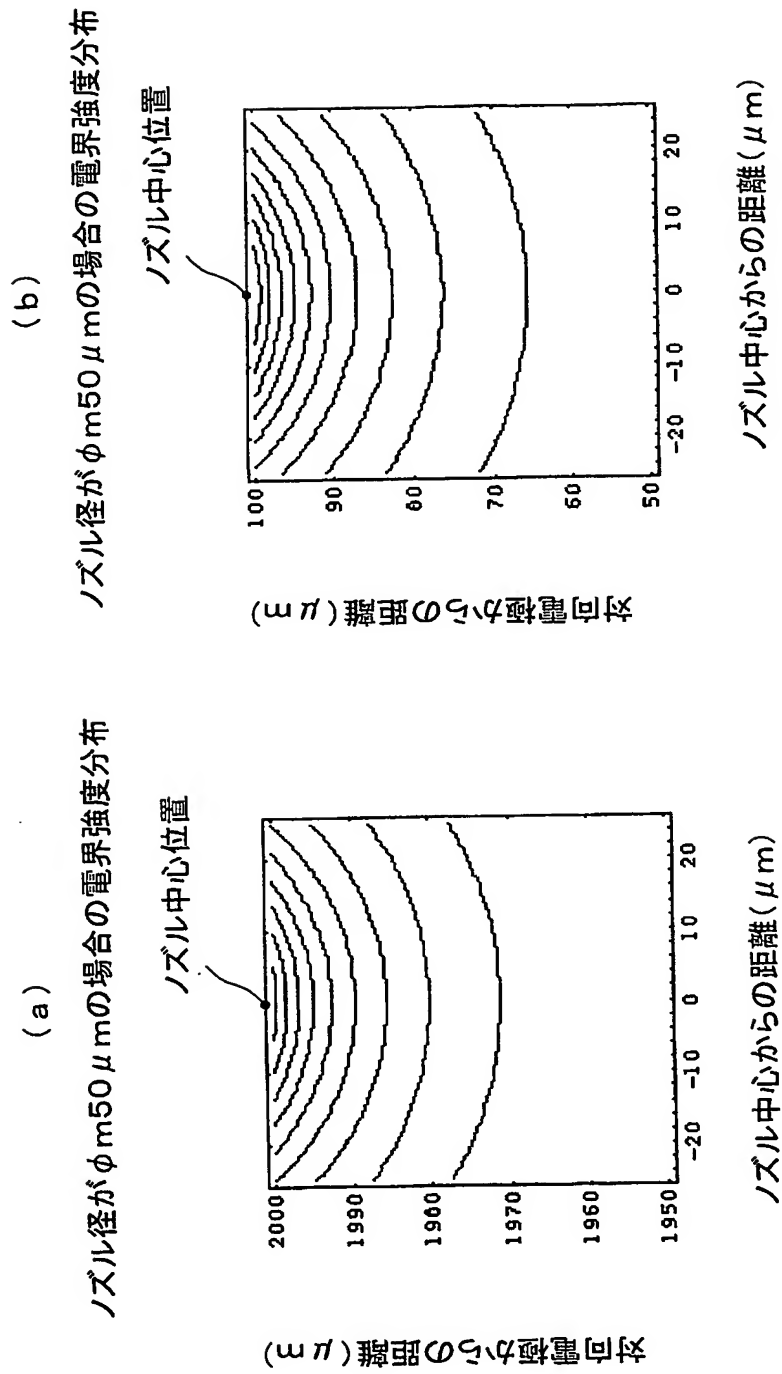




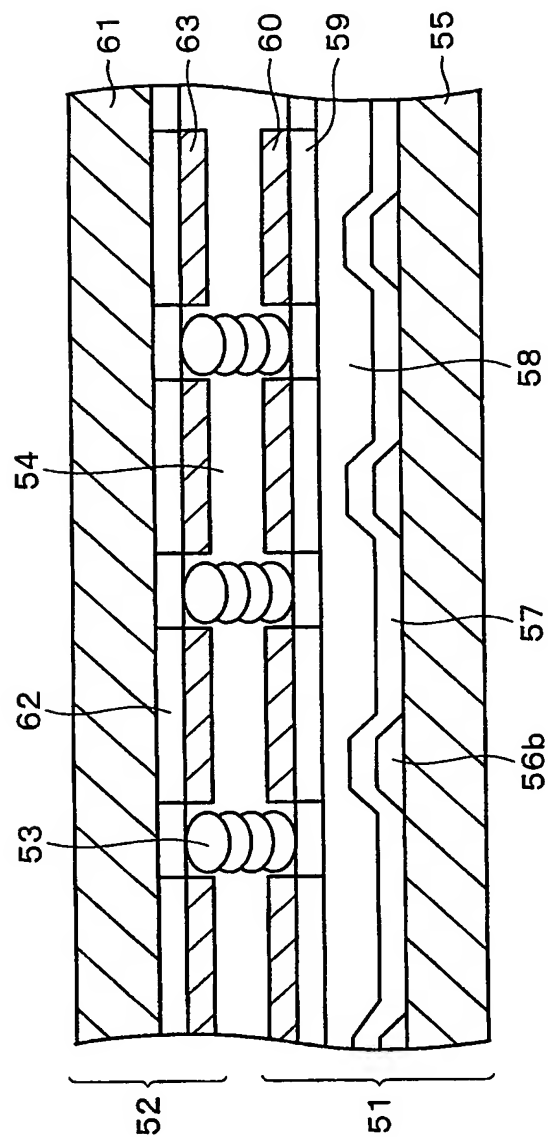
【図 7】



【図 8】

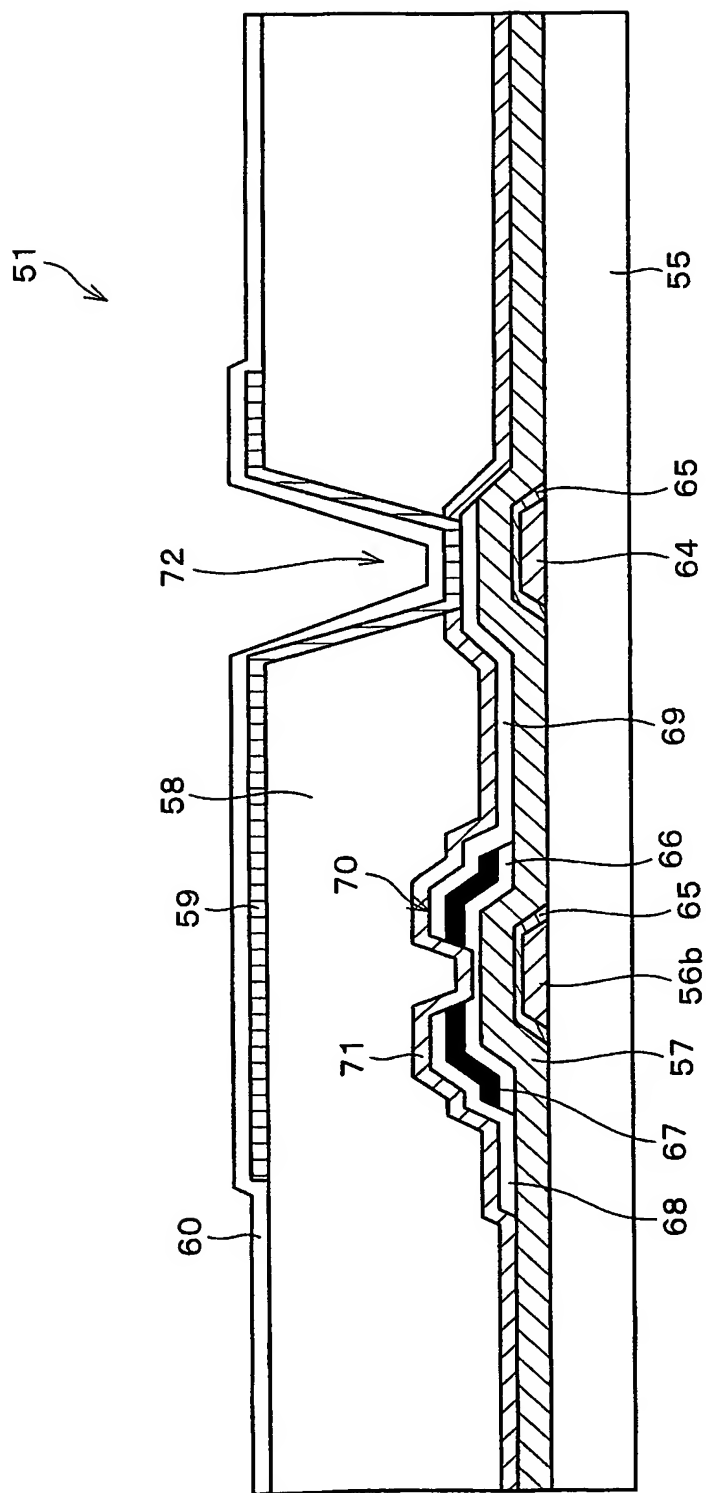


【図 9】

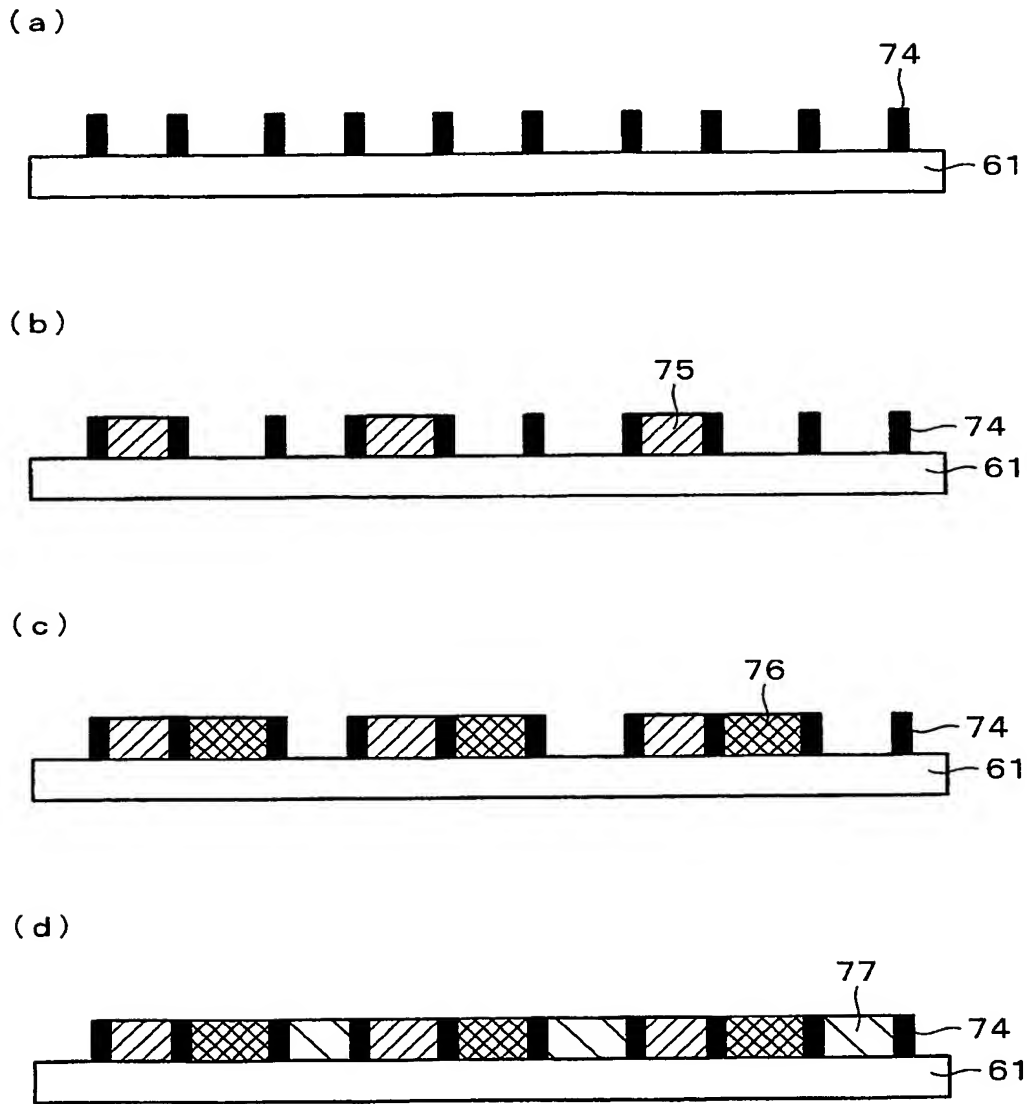




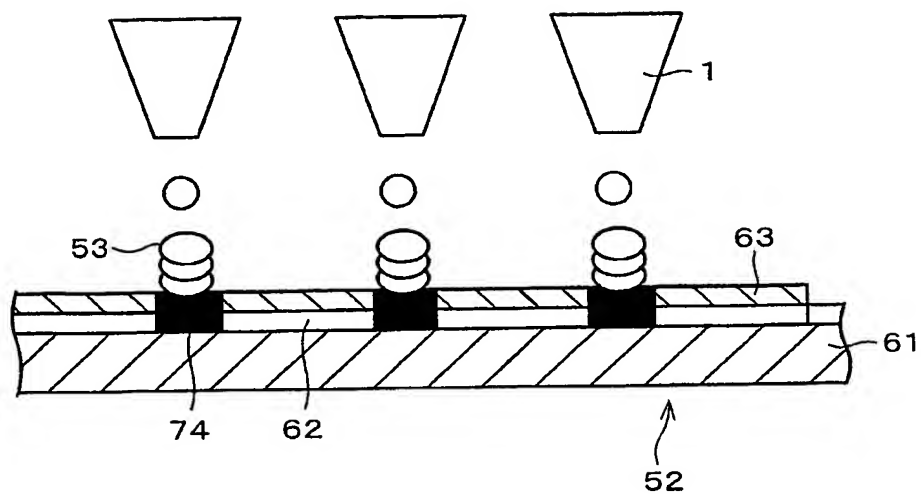
【図 11】



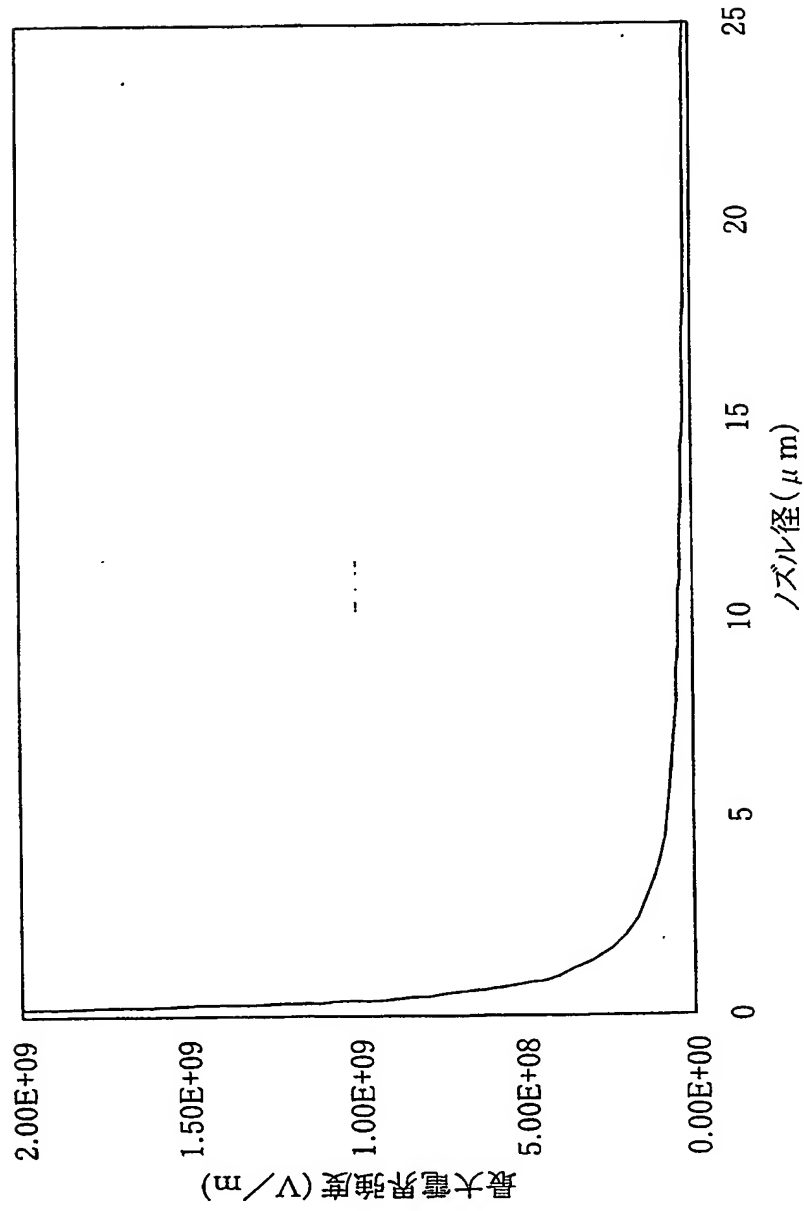
【図 12】



【図 13】

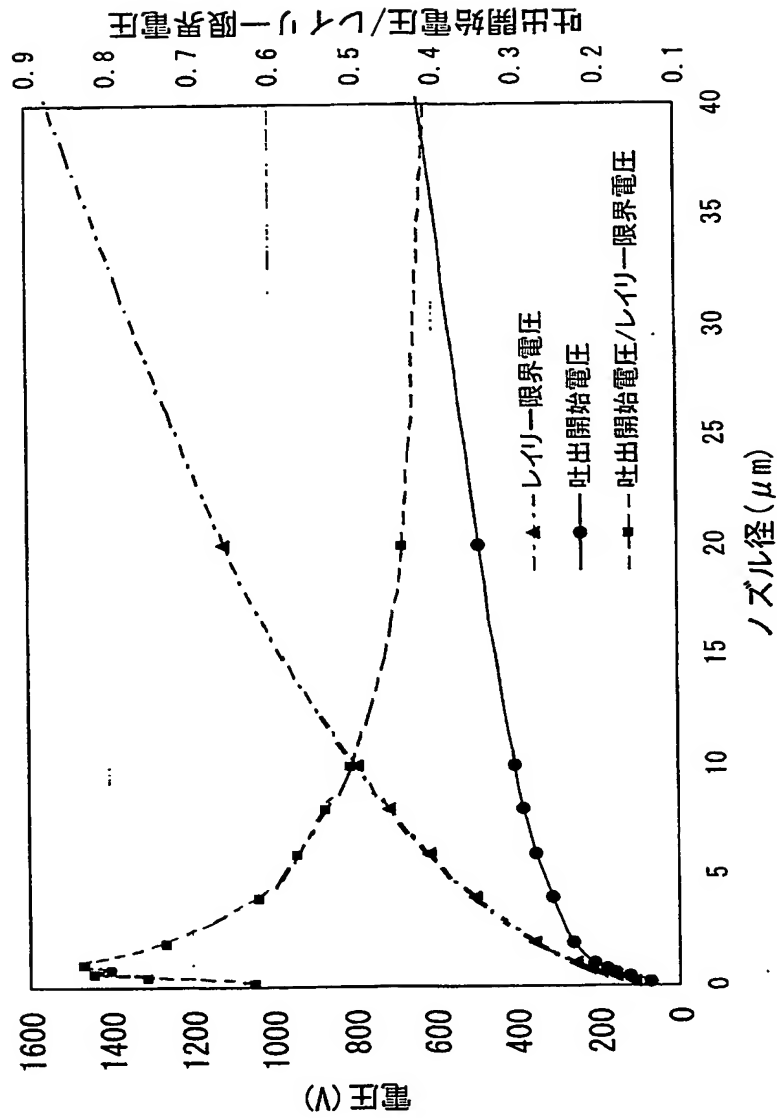


【図 14】

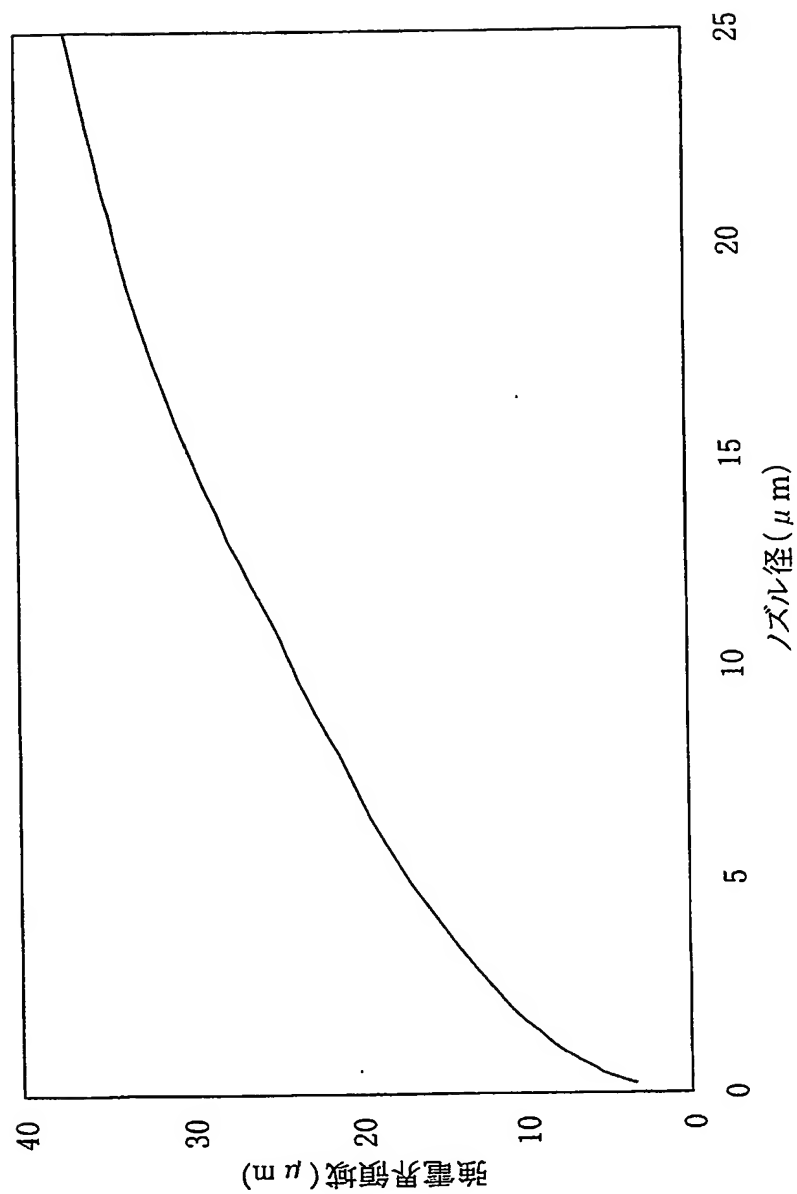




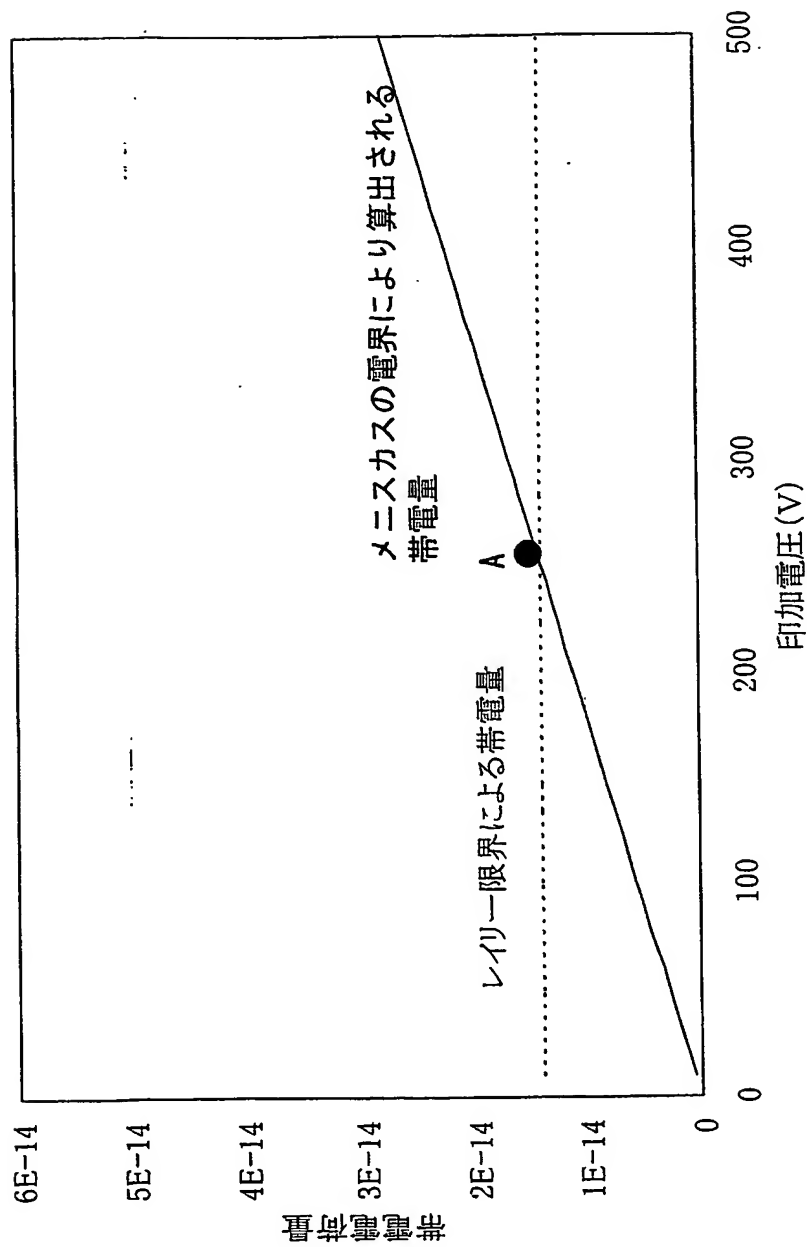
【図 15】



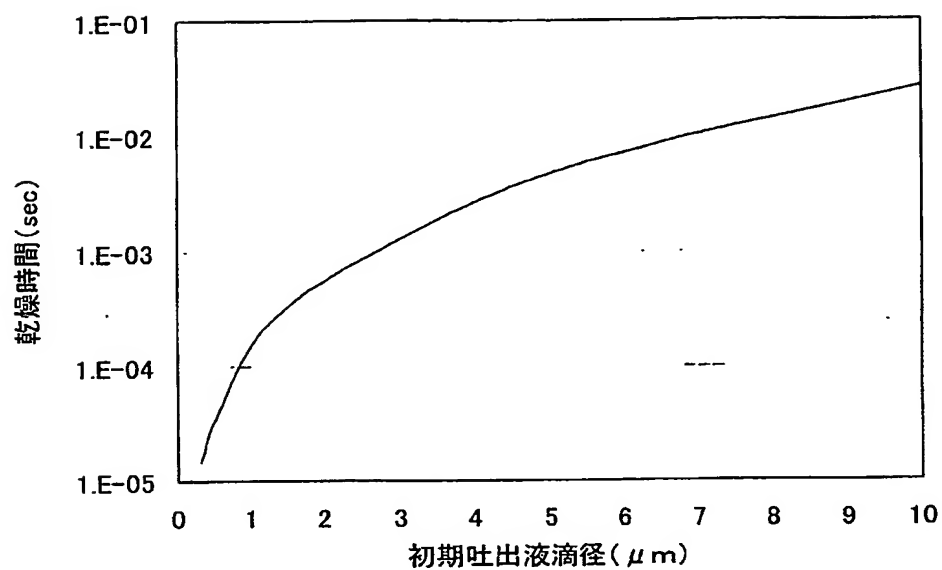
【図 16】



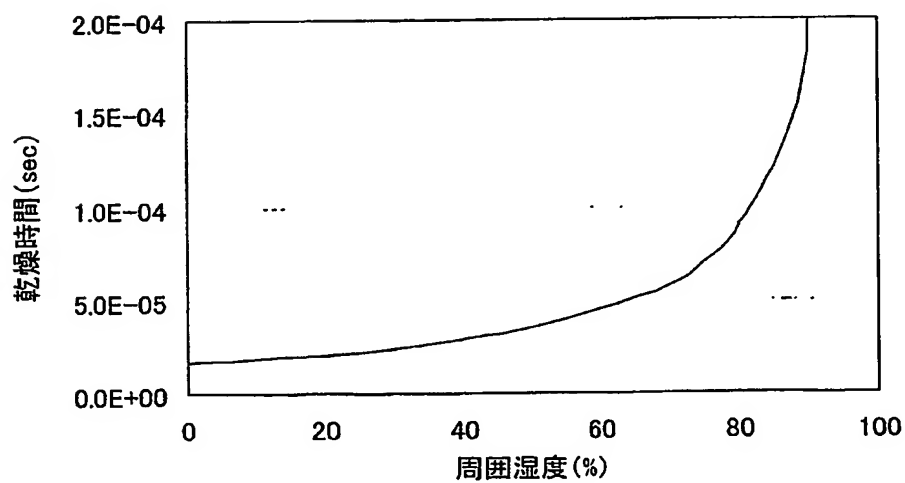
【図 17】



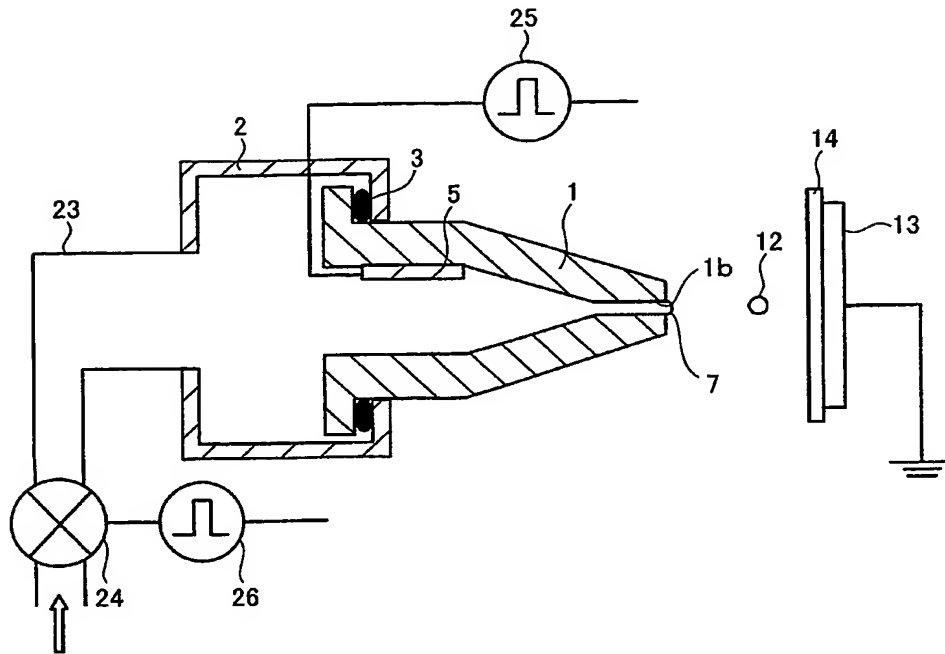
【図 18】



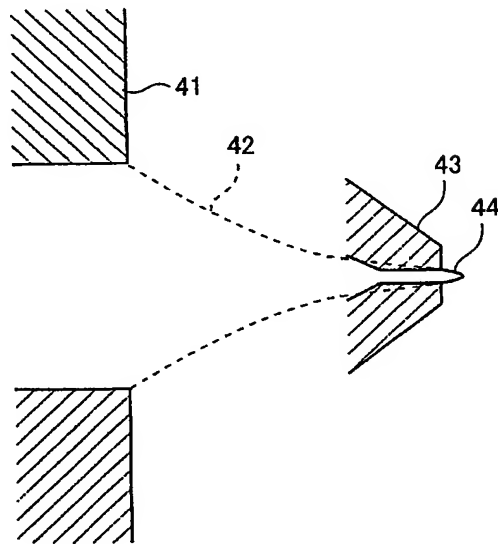
【図 19】



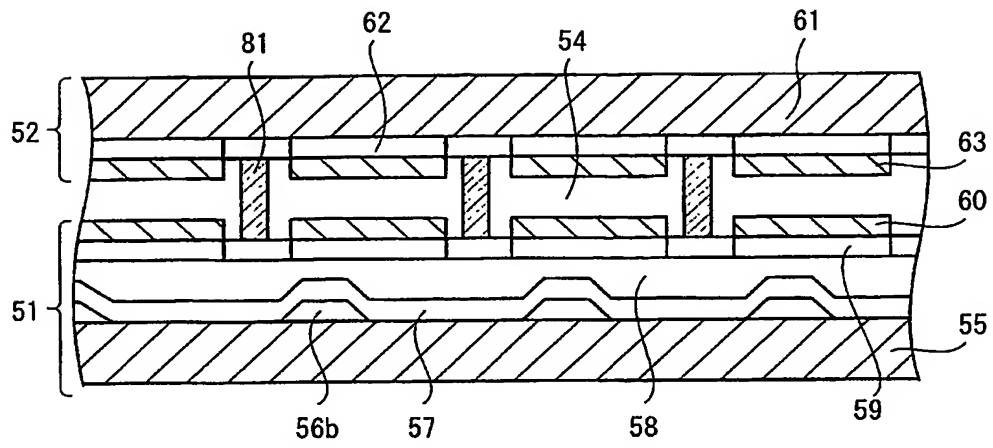
【図 20】



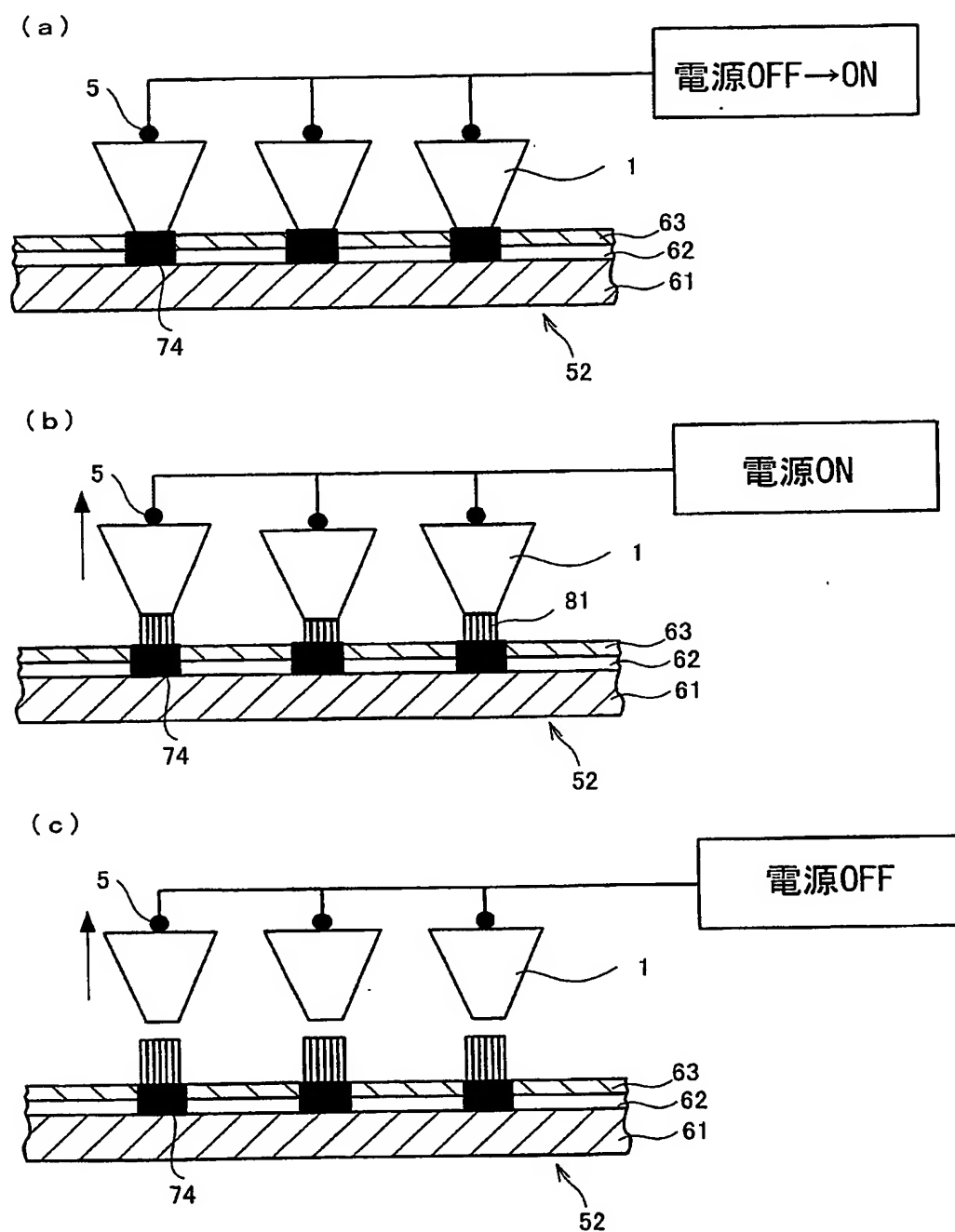
【図 21】



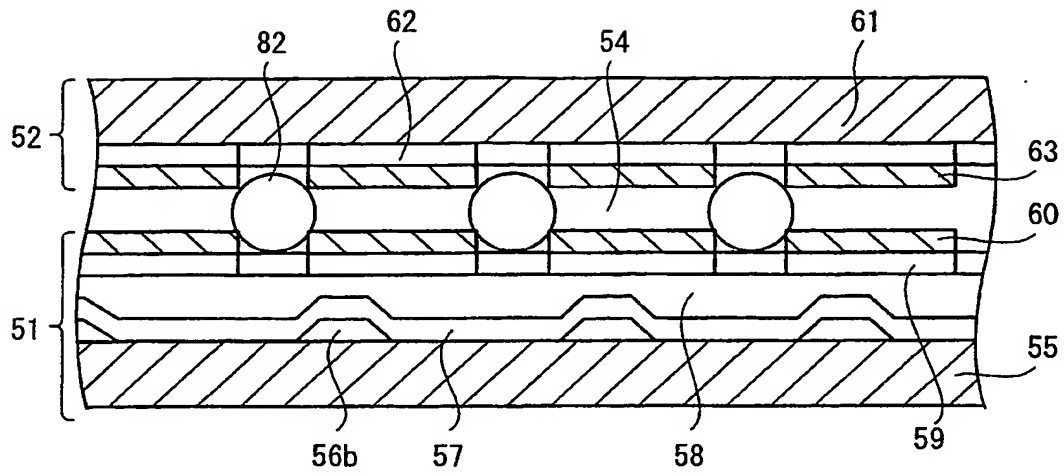
【図 22】



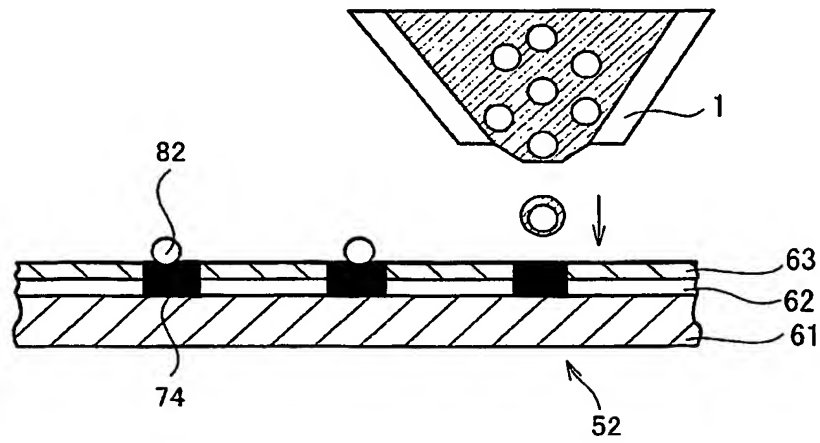
【図 23】



【図 24】



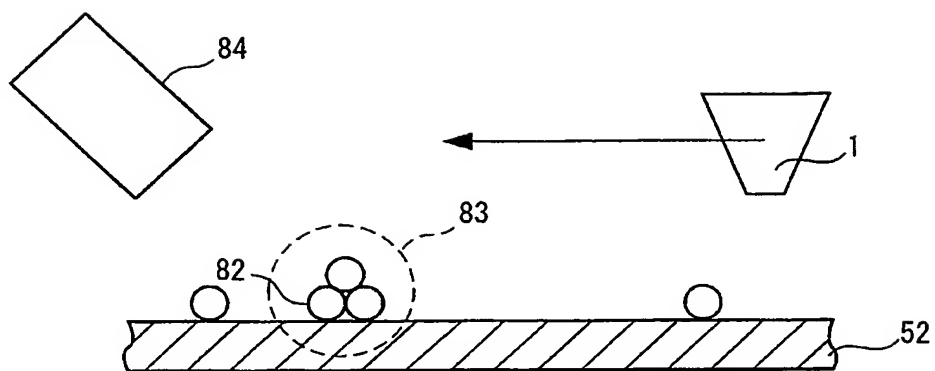
【図 25】



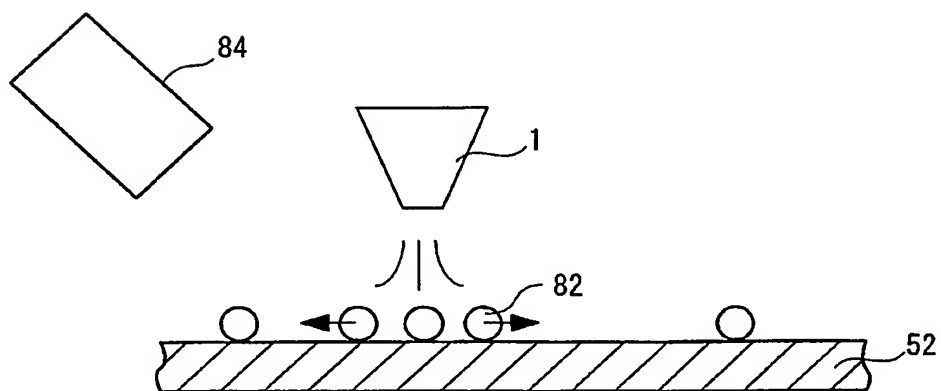


【図 26】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 インクジェット方式を利用して、開口率を低下させることなく、所望の厚みのスペーサを容易に得る。

【解決手段】 対向配置された一对の基板の少なくとも一方に開口部を有し、両基板間に液晶充填用の隙間を形成するスペーサが設けられ、インクジェット方式によりノズル 1 の吐出孔 1 b からスペーサ材料の液滴を吐出し、それを硬化させてスペーサを形成する。ノズル 1 の吐出孔 1 b 径が液滴 1 2 の径よりも小さい静電吸引型のインクジェット装置 1 5 を使用し、ノズル 1 から 1 滴の量が 1 p l 以下の液滴を吐出する。

【選択図】 図 1

【書類名】 手続補正書

【整理番号】 FP14278221

【提出日】 平成14年10月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2002-278221

【補正をする者】

【識別番号】 000005049

【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【補正をする者】

【識別番号】 000001270

【氏名又は名称】 コニカ株式会社

【補正をする者】

【識別番号】 301021533

【氏名又は名称】 独立行政法人産業技術総合研究所

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 発明者

【補正方法】 変更

## 【補正の内容】

## 【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

【氏名】 田平 理雄

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカ株式会社内

【氏名】 西 泰男

## 【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所 つくばセンター内

【氏名】 村田 和広

## 【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法人産業技術総合研究所 つくばセンター内

【氏名】 横山 浩

【その他】 上記の特許出願の発明者 4 人中の 1 人「村田 和広」の氏名を、「村田 和弘」と錯誤により誤記しました。

【プルーフの要否】 要

特願 2 0 0 2 - 2 7 8 2 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 0 4 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社

特願 2002-278221

出願人履歴情報

識別番号

[000001270]

1. 変更年月日

1990年 8月14日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

氏 名

コニカ株式会社

2. 変更年月日

2003年 8月 4日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

氏 名

コニカミノルタホールディングス株式会社

3. 変更年月日

2003年 8月21日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区丸の内一丁目6番1号

氏 名

コニカミノルタホールディングス株式会社

特願 2002-278221

出願人履歴情報

識別番号

[301021533]

1. 変更年月日

2001年 4月 2日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区霞が関1-3-1

氏 名

独立行政法人産業技術総合研究所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**